

Passeig per l'invisible: itinerari químic per la ciutat de Girona

A walk through the invisible: a chemical journey through Girona

Josep Duran / Universitat de Girona. Departament de Química. Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital



resum

L'itinerari presentat recorre onze punts de la ciutat de Girona que han estat escollits pel seu interès des del punt de vista químic. Girona és una ciutat amb química, i aquest recorregut permet que els estudiants vegin que la química no s'aprèn només a les aules i laboratoris, sinó que és present pertot arreu, fins i tot en aquells aspectes més quotidians. Aquesta proposta pretén motivar els estudiants perquè, d'alguna manera, descobreixin quelcom que fins aleshores els havia estat "invisible".

paraules clau

Itinerari químic, ensenyament secundari, química quotidiana, recurs didàctic, motivació.

abstract

The presented itinerary covers eleven sites of the city of Girona that have been chosen for their interest from a chemical point of view. Girona is a city with chemistry, and this journey allowed student to see that chemistry is present everywhere, even in everyday life and not only in classrooms and laboratories. This approach aims to motivate students to discover something that had been invisible.

keywords

Chemical journey, upper secondary education, everyday chemistry, educational resource, motivation.

Introducció

Passeig per l'invisible és un itinerari químic que recorre una part de la ciutat de Girona, acostumada a les anades i vingudes de turistes interessats per la seva riquesa monumental. Aquest itinerari, però, ofereix una visió diferent de la ciutat. Més que fer una aproximació històrica a la indústria química gironina, que es podria haver fet i seria ben interessant, aquesta activitat permet descobrir els aspectes més quotidians de la química, des de materials de construcció fins a xips, des de joies fins a medicaments. També facilita la descoberta de reaccions químiques com la respiració, l'enduriment

de les argiles o el rovellat del ferro; per què la plata es torna negra i l'or no ho fa, o com ha contribuït la química a augmentar l'esperança de vida dels humans i com funcionen una bombeta o un fluorescent.

La visió de la química entre la societat és sovint la d'una ciència complicada, allunyada de la vida quotidiana i que es porta a terme únicament en laboratoris o indústries. Igualment se'n dona una visió poc amable, sovint vinculada a problemes ecològics o de seguretat. Aquesta visió no permet que els alumnes considerin la química ni atractiva ni interessant. De fet, la pèrdua d'interès per les ciències és un

fenomen que s'ha detectat tant en l'àmbit social com en l'educatiu. Així es recull a l'informe de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (*Percepción social...*, 2007) i a l'informe PISA [1] fet públic l'any 2008 sobre el coneixement científic dels estudiants de secundària, que situen el sistema educatiu espanyol en la zona mitjana de l'espai europeu, i Catalunya, juntament amb Andalusia, en les últimes posicions de les comunitats autònomes espanyoles.

Aquesta situació no ens fa ser gaire optimistes pel que fa al futur de la ciència, i, més concretament, de la química. Per canviar aquesta tendència, el

L'activitat que es presenta és una eina transversal que, en qualsevol cas, té com a eix bàsic el fet de mostrar la cara més amable de la química a través d'exemples quotidians que sovint passen desapercibuts. El potencial didàctic dels itineraris és ben conegut i s'ha utilitzat tant en àrees humanístiques com científiques

Departament de Química de la Universitat de Girona ja va iniciar l'any 2004 un programa d'activitats anomenat «Laquímica.Net» [2], al qual s'ha afegit la recentment creada Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital (C4D) [3] de la mateixa Universitat. Tots dos comparteixen l'objectiu d'acostar la ciència i la química a la societat i als estudiants preuniversitaris. L'itinerari químic forma part de les seves activitats per donar una imatge positiva i amable de la química.

Un itinerari químic?

L'activitat que es presenta és una eina transversal que, en qualsevol cas, té com a eix bàsic el fet de mostrar la cara més propera de la química a través d'exemples quotidians que sovint passen desapercibuts. Amb aquesta finalitat s'ha redactat un itinerari que segueix diferents punts de la ciutat de Girona.

El potencial didàctic dels itineraris és ben conegut i s'ha utilitzat tant en àrees humanístiques com científiques. Per exemple, l'Ajuntament de Girona ha editat diversos itineraris, la majoria d'ells amb un component històric



Figura 1. Els alumnes normalment segueixen amb interès les explicacions. El lloc, ple d'estímul, els motiva i els fa especialment receptius. Itinerari realitzat amb alumnes de l'IES Serrallarga de Blanes (Selva).

o mediambiental. El lloc en el qual l'itinerari transcorre, que és fora de l'aula, amb un grup reduït de persones i amb el professor a prop, genera una dinàmica molt participativa. Els estudiants sovint plantegen qüestions i dubtes que en altres situacions no es plantejarien (figura 1). Malgrat tots aquests beneficis, els itineraris són una eina que no s'ha explotat en química. Així, doncs, si la química és present arreu, per què no es pot fer un itinerari químic?

És ben conegut que Girona és una ciutat monumental i plena d'atractius culturals. A més, és una ciutat amb química: hi ha tradició industrial i una forta presència social de la química. La Universitat hi desenvolupa un paper molt important, ja que els estudis de química són presents a la ciutat des de l'inici, quan el doctor Casasses va rebre l'encàrrec del rector de la Universitat Autònoma de Barcelona de crear-hi els estudis de ciències l'any 1970 (Mirambell, 1989). En l'actualitat, la química també és ben present al nou Parc Científic i Tecnològic de la Universitat de Girona, des de l'estudi de l'aigua fins a l'estudi de processos biomimètics.

Descripció de l'itinerari

L'itinerari, de poc més de dos quilòmetres, es divideix en onze parades i es fa en dues hores. Les parades s'han escollit en funció del seu interès i potencial didàctic. La seva estructura és similar en tots els casos i inclou una explicació amb un llenguatge simple que a vegades es complementa amb experiments o demostracions. La versió impresa (Duran, 2009) i la pàgina web de l'itinerari [4] inclouen imatges dels llocs visitats per fer més fàcil la seva identificació i il·lustrar les explicacions. En cada punt hi ha un apartat anomenat «Ho sabies?» que recull curiositats relacionades amb altres disciplines, com la història, l'art o la literatura, però que tenen un fonament químic. L'itinerari es complementa amb fitxes didàctiques que inclouen exercicis variats; alguns es fan abans, d'altres durant i d'altres després de l'itinerari. El seu objectiu és aprofundir en els continguts conceptuals del tema.

Les onze parades es descriuen breument a continuació:

Parada 1. Torre dels Predicadors

Des d'aquest excel·lent mirador sobre la ciutat de Girona es presenta l'itinerari, se situa Girona, envoltada per quatre rius, i es determina la presència de la química a la ciutat. L'estructura circular de la base de la torre permet introduir conceptes simples d'estructura atòmica que s'utilitzaran en la resta de l'itinerari: protons, neutrons i electrons; model atòmic de Bohr i posició dels electrons en òrbites; model atòmic de Schrödinger: l'electró com a ona.

Ho sabies? Dalí seguia amb interès els esdeveniments científics; els descobriments sobre l'estructura atòmica van inspirar el seu període corpuscular.

Demostració: s'escala el diàmetre de la muralla amb el del nucli de l'àtom d'hidrogen i s'estimen la posició i la mida de l'electró (figura 2).

Parada 2. Muralla

Molt a prop de la primera parada, un punt de la muralla permet comentar els materials de construcció, sobretot el ciment, la calç, els maons i la roca calcària. S'explica el procés d'enduriment de les argiles i del ciment. Les argiles han estat utilitzades des de fa mil·lennis com a matèria primera per fer recipients o rajoles. Barrejades amb aigua, les argiles es tornen toves, plàstiques, i es poden modelar. Quan s'evapora l'aigua, per exemple al sol, es tornen trencadisses, però si es couen, es tornen més resistents, perquè apareixen estructures vidrioses. Pel que fa al ciment, també és interessant conèixer el seu procés de fabricació i per què s'endureix. La calç es fabrica a partir de carbonat de calci, que es calcina per obtenir l'òxid de calci (cal apagada). Quan es mulla amb aigua, s'obté l'hidròxid de calci (cal viva), que té propietats plàstiques. És aleshores



Figura 2. En molts itineraris és interessant començar per una visió global del lloc que es visitarà. Un lloc enlairat com aquesta torre circular dalt de la muralla de Girona és un mirador privilegiat que ens permet situar-nos en l'espai i viatjar en el temps. Itinerari realitzat amb motiu del Programa d'Activitats Científiques i Culturals de la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona.



Figura 3. Reacció senzilla per identificar la presència de carbonat de calci en una roca calcària. Els experiments a peu d'itinerari són especialment efectius i agraïts, ja que copsen l'atenció dels alumnes i els recorden bé.

quan es fa servir per unir les roques o els maons. La massa comença a endurir-se perquè absorbeix diòxid de carboni de l'aire en una reacció que dura uns mesos. Al final, el cercle es tanca, perquè aquest ciment acaba tenint la mateixa composició que la roca de la qual va sortir: carbonat de calci.

Ho sabies? La utilització de marbre a les cuines ha anat deixant pas progressivament a altres materials que no s'alteren amb els àcids, com ara el granit.

Experiment: reacció qualitativa per determinar la presència de carbonat de calci en les roques calcàries: es vessen unes gotes de sulfurant sobre la roca (figura 3).

Parada 3. Taller de cromats

El taller de cromats Ensesa és un indret meravellós que tenim el privilegi de poder visitar en aquest itinerari. Construït en un antic teatre, aquest taller conserva l'essència del segle passat, en el qual els llautons i els cromats donaven un toc de qualitat a molts mitjans de transport: trens, autobusos, motocicletes... S'introdueixen conceptes d'electroquímica centrats en el procés d'electrodeposició: la peça que es vol recobrir s'uneix a un cable elèctric i se submergeix en una dissolució que conté ions (anomenada *electròlit*). Per exemple, si es vol cromar, l'electròlit serà àcid cròmic. A la solució se submergeix un altre elèctrode i els dos es connecten al corrent elèctric continu. Damunt de la peça es diposita crom i a l'altre elèctrode es desprèn oxigen. També es parla d'aliatges com el llautó o el bronze.

Curiositat: l'àngel de la catedral de Girona va ser restaurat en aquest taller, però originàriament no era un àngel...

Demostració: es mostren peces de llautó i de bronze i s'explica que les monedes d'1, de 2 i de 5 cèntims d'euro no són de coure.

Parada 4. Argenteria

Aquest carrer deu el seu nom al gremi de joiers que hi treballaven a l'edat mitjana. Encara hi queden joieries i numismàtiques. És un bon indret per parlar dels metalls d'encunyació tradicionals (or, plata, coure) i dels actuals (níquel, alumini..., etc.); i també per parlar dels metalls emprats en joieria (or, pal·ladi, rodi, platí, coure, plata..., etc.). S'explica per què l'or no s'altera i la plata sí, i un mètode no agressiu per netejar la plata que s'ha ennegrit. Les pedres precioses: safir, maragda, robí i ametista, tenen una estructura molt similar basada en el corindó, un òxid d'alumini. La diferència de color ve

donada per la presència d'altres metalls: el robí conté impureses de crom (III) i és de color vermell; el safir conté ferro (II i III) i és de color blau; la maragda conté crom (III) i vanadi (III) i és de color verd, i l'ametista conté crom (III) i titani (IV) i és de color violat. Finalment, es parla de la darrera pedra preciosa, el diamant, i s'aprofita per fer esment dels diferents al·lòtrops del carboni: grafit, diamant, ful·lerè.

Curiositat: i si cremem diamants en una estufa?

Demostració: observació de pedres precioses i dels metalls emprats en joieria i en monedes. Refracció de la llum a través d'un diamant.

Parada 5. Farmàcia

La farmàcia Saguer és un exemple modernista que ens permet parlar dels medicaments i de la seva influència en l'allargament de l'esperança de vida. Per exemple, els antibiòtics permeten eliminar microorganismes patògens com els bacteris, que poden causar malalties més o menys

greus, com la salmonel·losi, la tuberculosi o la disenteria. El Tarlà té una relació curiosa amb tot plegat (figura 4). La cloració de les aigües i una acció tan senzilla com el fet de rentar-se les mans amb sabó també ha evitat moltes morts, i l'exemple més evident és el seu ús al quiròfan. Finalment, amb motiu de l'aniversari de l'aspirina, s'expliquen els seus orígens i els seus efectes.

Curiositat: l'equip que va guanyar el Premi Nobel de Medicina, amb el doctor Fleming al capdavant.

Demostració: com és l'estructura d'un sabó i per què renta?.

Parada 6. Pont sobre el riu Onyar

A la primera parada se situa Girona envoltada per quatre rius. Ara n'estem creuant un i aprofitem per parlar de l'aigua, de la seva presència a la Terra i en els animals i les plantes, del seu paper com a dissolvent, dels canvis d'estat (gel, aigua i vapor) i del cicle de l'aigua. Aprofitant que es veuen les carpes, expliquem com s'ho fan per respirar. Ho comparem amb la nostra



Figura 4. El Tarlà, penjat a l'Argenteria durant les festes de primavera, recorda que, durant l'edat mitjana, un personatge divertit havia d'entretenir la població confinada en aquest indret a causa de la pesta negra. Dues parades molt properes permeten parlar del paper de les medecines i dels materials nobles en joieria.

respiració i veiem que no és tan diferent. A més, la molècula que transporta l'oxigen a les cèl·lules és la mateixa: l'hemoglobina. En canvi, les plantes respiren de manera diferent; ens necessitem els uns als altres.

Curiositat: geometria dels cristalls de gel.

Demostració: comparativa entre la respiració dels peixos, la de les plantes i la dels humans.

Parada 7. Plaça de Sant Agustí

Aquesta plaça porxada és plena de diferents tipus de fonts lumíniques. Es proposa als alumnes que trobin el màxim nombre de fonts diferents. Després s'explica com funcionen les bombetes d'incandescència: de tungstè, halògenes, de vapor de sodi. Es comparen amb els fluorescents, els neons i la llum amb més futur: el LED (figura 5). El color de la llum i l'estructura atòmica, l'espectre electromagnètic de la llum: què tenen a veure els electrons en tot plegat? Es parla d'eficiència energètica i s'introdueixen els termes *incandescència* i *luminescència*.

Curiositat: fantasmes i fosforescència; l'exemple del gos dels Baskerville.

Demostració: funcionament d'un LED i d'un bastó de llum.

Parada 8. Plaça de Vicens Vives

La plaça té al mig una escultura d'acer inoxidable. Com en molts indrets, hi ha més exemples de metalls, d'aliatges o de tractaments que eviten o aturen l'acció de l'aigua i els agents externs, és a dir, la corrosió. Es proposa als alumnes que busquin aquests exemples: pintures, alumini, acer galvanitzat, acer de tipus de Corten. Un cop identificats els materials, es comenten els aliatges i els metalls que es passen: zinc i alumini. A la parada 4 hem vist que l'or no es rovella, i, en canvi, trobem molts exemples de ferro rovellat. Hi ha una relació entre l'estructura electrònica dels dos metalls i el diferent comportament davant l'oxigen. El procés de corrosió és molt important en la construcció, ja que el ferro es debilita i, per tant, també les estructures que

es construeixen. Els tractaments anticorrosius són especialment importants en ambients marins, ja que es combina l'acció de l'aigua amb la de la sal.

Curiositat: Napoleó III tenia una coberteria d'alumini que només utilitzava en ocasions especials.

Demostració: ferro rovellat i acer de tipus Corten.

Parada 9. Barri Vell

El barri més romàntic de la ciutat dona peu a parlar de la química de l'amor. En els animals és evident el paper de les hormones. Per als éssers humans es parla de molècules presents en el cervell i dels seus efectes: hormones i neurotransmissors com la testosterona, els estrògens, la dopamina o la feniletilamina.

Curiositat: la xocolata, un alleujament per als cors trencats.

Parada 10. Antiga carbonera

L'obtenció d'energia és essencial per als éssers vius. És una necessitat vital. Els humans, a més, la utilitzem en molts altres processos. Aquest indret, un antic magatzem de carbó, ens il·lustra sobre el paper dels combustibles fòssils i la seva evolució. El paper rellevant del carbó en la revolució industrial ha cedit pas a l'energia elèctrica, una part de la qual també s'obté cremant combustibles fòssils. El petroli, l'energia nuclear, la hidroelèctrica i fins i tot l'eòlica són considerades energies poc respectuoses amb el medi ambient. En aquest punt és molt enriquidor el fet d'establir un diàleg amb els alumnes i escoltar les seves opinions sobre aquest tema, perquè opinin sobre les fonts d'energia que s'utilitzen actualment i com s'imaginen el futur. Això ens permet introduir les energies renovables i parlar d'elements clau en aquestes energies, com ara el silici (cel·les



Figura 5. En aquesta plaça porxada es demana als alumnes que busquin i apuntin diferents fonts de llum. Al final, el professor els sorprèn amb un bastó de llum química i els explica per què les cuques de llum brillen en la foscor. Itinerari realitzat amb motiu de la Nit de la Recerca.



Figura 6. Senzilla demostració amb una petita placa fotovoltaica que fa funcionar un motor elèctric. En aquest indret és molt interessant el fet d'escoltar l'opinió dels alumnes respecte de les energies que s'imaginen en el futur.

fotovoltaiques) i l'hidrogen (motors).

Curiositat: quina relació hi ha entre la pluja àcida i les cebes que ens fan plorar?

Demostració: funcionament d'una placa fotovoltaica i la relació que té amb un LED (figura 6).

Parada 11. Els Quatre Cantons

En aquest punt simbòlic de la ciutat, es dibuixa sobre el carrer un plànol dels quatre rius que travessen Girona i els quatre punts cardinals. Tot i que el magnetisme és un fenomen físic, es pot contemplar des del punt de vista químic: els àtoms s'agrupen formant *dominis* amb moments magnètics que apunten cap a direccions diferents. En alguns materials, aquests dominis es poden dirigir cap a una direcció concreta, tot convertint el material en magnètic. D'aquesta forma es pot convertir una agulla de cosir en un petit imant. S'esmenta la composició química estimada del centre de la Terra i es relaciona amb el seu camp magnètic. Mitjançant dos experiments, s'acaba parlant de materials magnètics: potents imants de neodimi, brúixoles i magnetisme terrestre.

Curiositat: serendípia (o com es va descobrir el magnetisme).

Experiment: fem un electroimant i una brúixola (figura 7).

Complements a l'itinerari

Al final de la versió impresa de l'itinerari, sis fitxes plantegen activitats. Abans de l'itinerari, es proposa buscar i apuntar el nom de productes químics quotidians. Durant l'itinerari es demana, per exemple, trobar fonts de llum.



Figura 7. Un clau, uns centímetres de fil de coure i una pila són suficients per fer un electroimant. Aquest punt de trobada dels gironins també és un bon indret perquè diferents disciplines científiques trobin els seus punts de coincidència.

Després de l'itinerari es proposen quatre experiments relacionats amb alguns dels temes tractats: electroquímica, llum, medicaments... Les activitats són només orientatives i el professor pot adaptar-les als seus interessos i als dels alumnes.

La versió impresa de l'itinerari forma part de la col·lecció «Girona, Itineraris» que edita l'Ajuntament de Girona. Des del curs 2008-2009, és un dels recursos educatius del catàleg que edita el mateix Ajuntament (*Recursos educatius...*, 2008). Tots els recursos es troben a disposició dels centres educatius que ho sol·liciten [5]. El Centre de Recursos Educatius facilita un guia-educador que condueix l'itinerari. En els dos cursos que s'ha proposat l'itinerari, més d'una trentena de grups ha utilitzat aquest recurs, la qual cosa demostra la bona acollida d'aquesta nova proposta didàctica.

Conclusions

Girona és la primera ciutat espanyola i una de les poques europees a tenir un itinerari químic en el sentit més ortodox del que és un itinerari: un recorregut per diferents punts que comparteixen un interès concret, en aquest cas, la química. Tot i que Girona és una ciutat escaient per realitzar-hi un itinerari químic, altres ciutats o indrets també poden ser escollits per a la realització d'itineraris. En aquest sentit, s'ha elaborat un altre itinerari a prop del mar i s'està treballant en un tercer itinerari relacionat amb l'aigua.

Totes les evidències mostren que l'itinerari motiva els estudiants, que se senten més interessats per la química. Els desperta la curiositat, i això facilita l'aprenentatge. Els conceptes i les capacitats adquirides durant aquesta activitat difícilment es poden obtenir a través d'altres estratègies educatives.

Totes les evidències mostren que l'itinerari motiva els estudiants, que se senten més interessats per la química. Els desperta la curiositat, i això facilita l'aprenentatge. Els conceptes i les capacitats adquirides durant aquesta activitat difícilment es poden obtenir a través d'altres estratègies educatives

L'itinerari, inicialment dissenyat per als estudiants de secundària i de batxillerat, també ha demostrat ser una bona eina per a la societat en general i per als estudiants universitaris dels primers cursos, que se sorprenen de la presència de la química en els objectes quotidians i en moltes de les activitats que realitzen. (figura 8)

L'itinerari facilita que es formulin moltes qüestions. El fet de preguntar-se la raó de les coses és el primer pas per despertar el científic que tots portem dins. Precisament aquest és l'objectiu últim d'aquesta activitat.

Agraïments

Vull agrair la rebuda entusiasta de l'Ajuntament de Girona a la proposta de realització de l'itinerari químic, per acceptar i dur a terme la seva publicació a la col·lecció «Girona, Itineraris» i per la seva inclusió al catàleg de recursos educatius de la ciutat.

El meu agraïment també a la Fundació Girona, Universitat i Futur i al Consell Social de la Universitat de Girona, que han proporcionat suport financer parcial per a la publicació de l'itinerari.

Agraeixo al company Joan Miró que m'hagi fet l'honor de col·laborar en el pròleg de l'itinerari i vull



Figura 8. L'itinerari és atractiu per als estudiants, però també per a la societat en general, tal com ho demostra la varietat d'edats que es veu en aquesta imatge, presa amb motiu de la inclusió de l'itinerari dins del catàleg de recursos educatius de l'Ajuntament de Girona.

fer extensiu l'agraïment als companys i companyes de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital i del Departament de Química de la Universitat de Girona, que m'han donat suport en aquest projecte, en especial, a en Miquel Duran.

Notes

[1] Es pot trobar a <http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9807014E.PDF> (recuperació: 16 juny 2010).

[2] <http://www.laquimica.net> (consulta: 16 juny 2010). El projecte va ser guardonat per la Generalitat de Catalunya l'any 2007 amb la distinció Jaume Vicens Vives a la qualitat docent universitària.

[3] <http://www.c4d.udg> (consulta: 16 juny 2010).

[4] <http://www.itinerariquimic.cat> (consulta: 16 juny 2010).

[5] <http://www.girona.cat/caseta> (consulta: 16 juny 2010).

Bibliografia

- DURAN, J. (2009). *Passeig per l'invisible: Itinerari químic per la ciutat de Girona*. Girona: Ajuntament de Girona; Universitat de Girona.
- MIRAMBELL, E. (1989). «Els inicis de l'Estudi General de Girona». *Revista de Girona*, 157: 64-68.

Percepción social de la ciencia y la tecnología en España (2007). Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. *Recursos educatius curs 2008-2009* (2008). Girona: Ajuntament de Girona.



Josep Duran

és professor titular de química a la Facultat de Ciències de la Universitat de Girona. La seva recerca està a cavall entre els catalitzadors asimètrics i la divulgació. És membre de la Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital i és el responsable de les relacions amb secundària del Departament de Química. Treballa activament en projectes de divulgació com la Nit de la Recerca, «Ciència i esport» i «Reacciona... explota!», amb la finalitat de fomentar les vocacions científiques entre la societat i, en especial, els estudiants preuniversitaris. Pàgines web: <http://www.reacciona.cat>, <http://www.itinerariquimic.cat>. A. e. josep.duran@udg.edu.