



# QOFormulació: Una aplicació gamificada per a l'ensenyament de la formulació en química orgànica

Carlos Heras Paniagua  
Institut Escola del Treball, Barcelona  
[cheras1@xtec.cat](mailto:cheras1@xtec.cat)

Gregorio Jiménez Valverde  
Departament d'Educació lingüística, científica i matemàtica, UB  
[gregojimenez@ub.edu](mailto:gregojimenez@ub.edu)

**Citar com:** Heras - Paniagua, C., i Jiménez - Valverde, G. (2025). QOFormulació: Una aplicació gamificada per a l'ensenyament de la formulació en química orgànica. *Ciències: Revista del professorat de primària i secundària*, (49), 20 - 33. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.522>

**Resum** • La formulació en química orgànica sovint es percep com un repte per a l'alumnat. QOFormulació és una aplicació educativa gratuïta, disponible a Google Play Store, que introdueix la gamificació com a estratègia per fer aquest procés més accessible, atractiu i efectiu. Mitjançant nivells progressius, activitats interactives i retroalimentació immediata, l'app fomenta un aprenentatge actiu i personalitzat. L'estructura pedagògica inclou introduccions teòriques breus, exemples detallats i tres tipus d'exercicis, tot facilitant la consolidació dels coneixements. Disponible en diversos idiomes, permet arribar a estudiants de diferents orígens lingüístics. A més, QOFormulació proporciona eines per a docents, com la creació de classes virtuals i el seguiment del progrés dels estudiants, adaptant-se tant a necessitats individuals com grupals.

**Paraules clau** • Gamificació, formulació, química orgànica, tecnologia educativa, aprenentatge actiu, aplicació.

---

## QOFormulació: A gamified app for teaching organic chemistry formulation

**Abstract** • Formulation in organic chemistry is often perceived as a challenge for students. QOFormulació is a free educational application, available on the Google Play Store, that introduces gamification as a strategy to make this process more accessible, attractive and effective. Through progressive levels, interactive activities and immediate feedback, the app encourages active and personalized learning. The pedagogical structure includes brief theoretical introductions, detailed examples and three types of exercises, facilitating the consolidation of knowledge. Available in several languages, it allows reaching students from different linguistic backgrounds. In addition, QOFormulació provides tools for teachers, such as the creation of virtual classes and monitoring student progress, adapting to both individual and group needs.

**Keywords** • Gamification, formulation, organic chemistry, educational technology, active learning, application.

---

## INTRODUCCIÓ

L'ensenyament de les ciències, especialment en camps com la química orgànica, ha estat sovint un repte pedagògic significatiu. Un dels principals desafiaments en l'aprenentatge de la química orgànica és la dificultat per entendre i aplicar les regles de formulació i nomenclatura química, que sovint es perceben com a abstractes i desconectades dels conceptes fonamentals (Cooper et al., 2010). Aquesta manca de connexió porta molts estudiants a dependre excessivament de la memorització d'exemples previs, en comptes de desenvolupar una comprensió sòlida de les normes bàsiques. A més, fins i tot amb molècules senzilles es fa evident que la comprensió conceptual és insuficient quan els estudiants no poden relacionar les representacions gràfiques amb les propietats moleculars o amb les regles sistemàtiques. Per abordar aquestes dificultats, cal implementar estratègies que integrin l'exposició teòrica amb activitats pràctiques que fomentin el raonament crític, el reconeixement visual i la resolució de problemes.

Segons diversos estudis, les actituds negatives envers les ciències es desenvolupen habitualment durant l'educació secundària, independentment del rendiment acadèmic dels estudiants. Aquest desinterès s'atribueix, en gran part, a metodologies tradicionals centrades en la transmissió passiva del coneixement, poc interactives i amb limitacions, que no aconsegueixen connectar amb les motivacions ni els interessos de l'alumnat (Vázquez i Manassero, 2007).

Davant d'aquest panorama, sorgeix la necessitat d'adoptar enfocaments didàctics innovadors, en què la tecnologia digital i la gamificació juguen un paper clau. La gamificació educativa, entesa com la integració d'elements propis del joc en contextos d'aprenentatge, ha demostrat ser una estratègia efectiva per modificar aquestes actituds negatives envers les ciències i augmentar el compromís dels estudiants (Jiménez-Valverde et al., 2024). Aquesta metodologia ha demostrat ser especialment efectiva per millorar la motivació i el rendiment acadèmic (Deterding et al.,

2011), així com per promoure estats emocionals positius que millorin la implicació dels estudiants (Zainuddin et al., 2020).

Les dinàmiques gamificades transformen l'aprenentatge en una experiència immersiva i significativa, on l'alumne se sent protagonista del seu procés d'aprenentatge. La gamificació permet generar experiències immersives i personalitzades, on els estudiants no només aprenen, sinó que també gaudeixen del procés, afavorint un aprenentatge significatiu.

La Teoria de l'Autodeterminació (SDT, Self-Determination Theory) de Deci i Ryan (1985) ofereix un marc teòric rellevant per entendre l'impuls motivacional de la gamificació. Segons aquesta teoria, quan se satisfan les tres necessitats psicològiques bàsiques – competència, autonomia i relació social – es promou una motivació intrínseca que afavoreix l'aprenentatge de qualitat. Els elements gamificats de QOFormulació han estat dissenyats per satisfer aquestes necessitats:

- **Competència:** els nivells progressius i els sistemes de punts i insígnies permeten a l'alumnat visualitzar els seus avenços, cosa que reforça la sensació d'eficàcia i assoliment.
- **Autonomia:** l'app ofereix als estudiants control sobre el seu aprenentatge, tot permetent-los escollir el ritme i repetir activitats per consolidar coneixements.
- **Relació social:** les funcionalitats com els rànquings i la creació d'aules virtuals fomenten la interacció i la col·laboració entre iguals. L'aplicació permet la creació de classes virtuals, fomentant un sentit de comunitat i una competitivitat saludable, la qual pot promoure la motivació i l'esforç dels estudiants, sempre que es gestionin adequadament les dinàmiques competitives (Chen et al., 2019).

A més, altres elements gamificats presents a l'aplicació com els nivells progressius, les insígnies i la retroalimentació immediata, mantenen l'interès i la implicació dels estudiants, creant un entorn on la motivació extrínseca inicial pot evolucionar cap a una motivació intrínseca. En referència als nivells, la segmentació dels continguts en l'aprenentatge de la química orgànica constitueix una estratègia

pedagògica fonamental per optimitzar la càrrega cognitiva i afavorir una comprensió gradual de conceptes complexos (Sweller, 1988). Aquesta tècnica és implementada de manera eficient a l'app associant cada grup funcional amb un nivell específic, la qual cosa no només facilita l'assimilació del contingut, sinó que també s'alinea amb els principis de la gamificació, fent l'experiència encara més motivadora. En estructurar els aprenentatges en unitats manejables, l'app permet als estudiants focalitzar-se en tasques concretes, promovent un procés d'aprenentatge progressiu. Aquesta combinació d'elements estructurats i continguts interactius no només facilita la comprensió de la formulació química orgànica, sinó que també transforma el procés d'aprenentatge en una experiència lúdica i enriquidora.

Tanmateix, l'ús de la tecnologia en l'educació ha possibilitat un accés més ampli a recursos innovadors. Aplicacions com Duolingo, dissenyades inicialment per a l'aprenentatge d'idiomes, han popularitzat un model basat en reptes curts, retroalimentació constant i recompenses visuals que mantenen la motivació de l'usuari (Shortt et al., 2023). Aquest tipus de tecnologia educativa no només afavoreix la personalització de l'aprenentatge adaptant els continguts a les necessitats i preferències de cada estudiant, sinó que també permet un ajustament continu basat en el monitoratge en temps real de les seves característiques individuals, rendiment i objectius personals. Això possibilita un enfocament d'aprenentatge basat en dades, on les estratègies pedagògiques es reajusten constantment per maximitzar la rellevància i eficàcia de l'ensenyament, assegurant que cada estudiant rebi un suport òptim per al seu progrés (Villegas-Ch i García- Ortiz, 2023).

Inspirant-se en aquests models d'èxit, QOFormulació aplica aquests principis al camp de la formulació en química orgànica, amb l'objectiu de simplificar la comprensió de conceptes complexos mitjançant una metodologia activa, interactiva i motivadora.

## OBJECTIUS

Aquest article té com a principal objectiu presentar l'aplicació educativa QOFormulació, una eina dissenyada per facilitar l'aprenentatge de la formulació en química orgànica a través de la gamificació i la tecnologia educativa. Es pretén detallar les seves funcionalitats clau, el seu funcionament i els elements que incorpora per oferir una experiència d'aprenentatge més immersiva, interactiva i efectiva. A més, s'analitza el potencial de l'app per transformar les pràctiques d'ensenyament i aprenentatge, destacant l'ús tant per a docents com per a estudiants. Finalment, aquest document ofereix una guia clara i pràctica sobre com aprofitar aquesta eina innovadora en l'àmbit educatiu i contribuir a superar els reptes habituals en l'ensenyament de la química orgànica.

## ACCÉS I CONFIGURACIÓ DE L'APP

QOFormulació està disponible de forma gratuïta a Google Play Store i és accessible en cinc idiomes: català, castellà, anglès, italià i portuguès, fet que la converteix en una eina inclusiva i adaptable a diferents contextos lingüístics. Per utilitzar-la, es requereix una connexió a internet i un registre previ, que es realitza mitjançant una adreça de correu electrònic i un nom. Com a detall immersiu, el sistema afegeix automàticament el títol "Dr." al nom de l'usuari, cosa que genera un sentit de professionalitat i vinculació amb l'àmbit científic.

L'aplicació ha estat desenvolupada per Carlos Heras, creador del contingut científic (teoria i exercicis), el disseny gràfic (imatges, molècules) i la música, així com responsable de la traducció completa als cinc idiomes, assegurant la seva qualitat lingüística i científica. Òscar Castronuño, responsable de la programació de l'app, ha creat també una pàgina web, [www.qoformulacio.es](http://www.qoformulacio.es), que permet als usuaris registrar-se i fer un seguiment detallat del seu progrés. Aquesta plataforma facilita als creadors l'actualització i la introducció de nous continguts teòrics, exercicis i continguts visuals.

Un cop dintre de l'aplicació, els usuaris disposen d'opcions personalitzables l'apartat de

“configuració”, que s’adapten a diferents necessitats d’aprenentatge:

- Idioma: l’usuari pot seleccionar entre català, castellà, anglès, italià i portuguès (Figura 1).
- Volum: l’app inclou música de fons creada amb intel·ligència artificial i dissenyada per afavorir la concentració. Cada peça està dissenyada específicament per a diferents fases del treball, amb una per a les explicacions teòriques i una altra per als exercicis.
- Il·luminació: ajust de la brillantor per adaptar-la a les condicions ambientals.
- Crèdits: secció dedicada al reconeixement dels creadors de l’app i pàgina web.

A més, totes les imatges de l’app són originals i generades amb intel·ligència artificial, fet que assegura una representació visual precisa, coherent i harmoniosa, cosa que facilita la comprensió dels conceptes científics.



Figura 1. Visualització dels idiomes disponibles a QOFormulació. Imatge extreta del material promocional que destaca la disponibilitat de l’aplicació en 5 idiomes.

## DESCRIPCIÓ DE L’APP

QOFormulació és una aplicació dissenyada per estructurar i guiar l’aprenentatge de la química orgànica a través d’un sistema gamificat. Aquest enfocament pedagògic integra teoria, pràctica i retroalimentació immediata, tot afavorint als estudiants una experiència clara, gradual i motivadora.

### Nivells

L’estructura de QOFormulació es basa en 19 nivells progressius, cadascun dedicat a un grup funcional diferent de la química orgànica (Figura 2). Aquest plantejament permet segmentar l’aprenen-

tatge en etapes manejables i progressives, alineant-se amb la teoria de la càrrega cognitiva (Sweller, 1988), segons la qual dividir la informació en parts més petites simplifica la càrrega intrínseca i evita sobrecarregar d’informació a l’estudiant.

Després d’una introducció inicial sobre les representacions i les convencions en la formulació i nomenclatura orgànica, els estudiants avancen a través dels nivells que tracten els diferents grups funcionals. En total són 19 nivells que corresponen a alcans, alquens, alquins, halurs, alcohols, amines, grups alquil 1, grups alquil 2, cetones, aldehids, èters, àcids carboxílics, èsters, amides, altres grups funcionals, dobles i triples enllaços, prioritat dels grups funcionals, benzè i test final. L’aplicació s’ha fet de manera que per avançar cal haver superat el nivell anterior i, per tant, assolit els coneixements previs. L’últim nivell consisteix en un test final de 50 preguntes, que posa a prova els coneixements adquirits mitjançant tres tipus d’exercicis.

Els nivells estan organitzats de manera que els estudiants progressin des de conceptes bàsics fins a estructures més complexes. Aquesta progressió fomenta la consolidació gradual del coneixement i contribueix a mantenir la motivació, gràcies als petits èxits assolits en cada fase, un element clau en la gamificació educativa (Zainuddin et al., 2020). A més, cada nivell comença amb una introducció contextualitzada que ofereix una visió global del grup funcional corresponent, incloent-hi la seva estructura i característiques més rellevants.

### Explicacions teòriques i exemples detallats

Un dels punts forts de l’app és l’equilibri entre la teoria i la pràctica. Les explicacions teòriques es presenten de forma clara, sintètica i adaptada al nivell dels estudiants. Cada nivell inclou una breu explicació dels conceptes clau del grup funcional, seguida d’exemples representatius de molècules orgàniques d’aquest grup (Figura 3). Els exemples s’estructuren en tres fases progressives:

- Estructura: es mostra l’estructura o representació de la molècula
- Descripció inicial: es presenta el nom de la molècula



Figura 2. Esquerra: Captura de configuració del compte (idioma, volum i brillantor) i els crèdits de l'aplicació. Dreta: Interfície principal de la app, amb accés als nivells organitzats per grups funcionals i altes funcionalitats de l'aplicació.

- Desglossament detallat: en prémer la icona del llibre, es desplega una explicació pas a pas de l'aplicació de les regles de nomenclatura, amb imatges detallades que ressalten els punts clau de l'estructura.

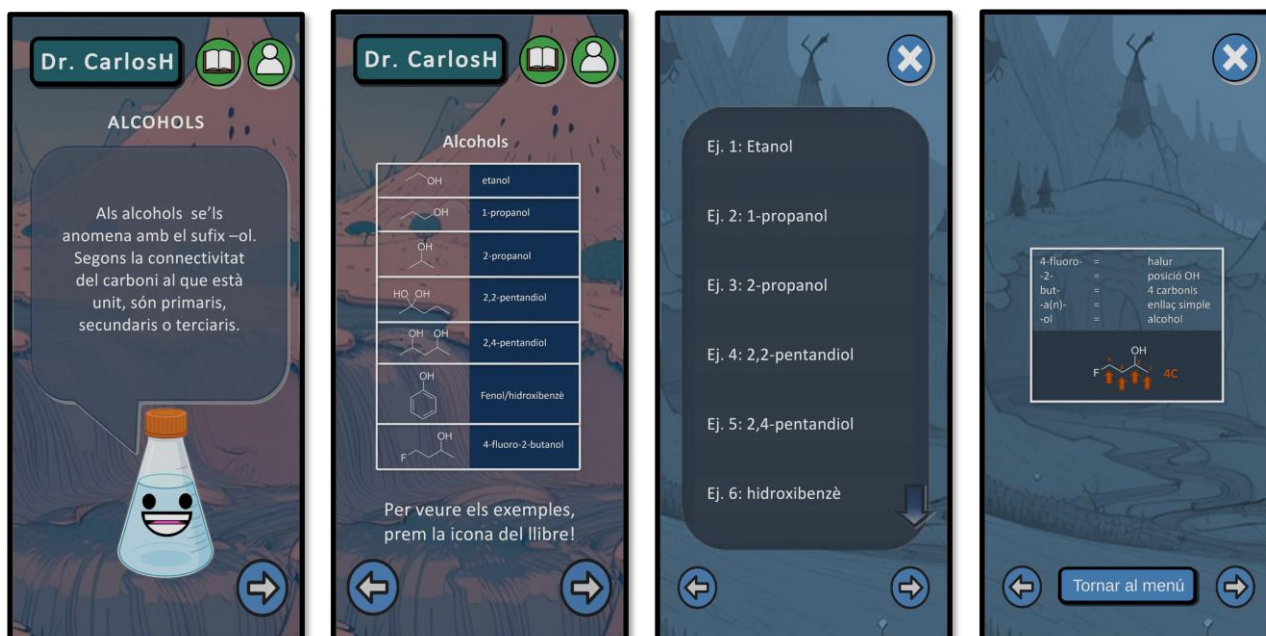


Figura 3. Captures que mostren la combinació d'explicacions teòriques concises i exemples detallats, facilitant la consolidació dels conceptes apresos en química orgànica

Aquesta metodologia, basada en l'aprenentatge per exemples (Renkl, 2014), facilita la comprensió i l'aprenentatge de conceptes d'una major complexitat.

### Exercicis

Els exercicis són una part fonamental de l'aprenentatge, ja que permeten consolidar el de les explicacions teòriques i els exemples. A QOFormulació, aquests estan dissenyats no només per avaluar l'alumne, sinó també per reforçar el seu aprenentatge mitjançant la pràctica activa. Seguint el principi de "practicar per aprendre" (Ericsson, 2006), l'app ofereix exercicis variats i interactius que cobreixen diferents habilitats, com ara l'aplicació de regles teòriques, la identificació visual i la formulació de compostos químics orgànics.

Els exercicis es divideixen en tres blocs, cadascun amb objectius d'aprenentatge específics (Figura 4).





Figura 4. Visualització dels exercicis interactius de QOFormulació. Els exercicis es divideixen en tres blocs principals: revisió dels conceptes, identificació de molècules i nomenclatura de les molècules. A més, es destaca la funcionalitat de retroalimentació immediata

- **Primer Bloc:** Aquest primer bloc és una revisió dels conceptes explicats a la teoria i dels exemples treballats. Inclou una varietat d'activitats que corresponen a omplir amb text, on l'alumnat ha de completar espais buits en frases o estructures amb la informació correcta; un desplegable, on es presenta una llista amb diverses opcions per identificar conceptes o completar afirmacions; i Verdader/Fals, on es proposen afirmacions que l'usuari ha d'avaluar com a correctes o incorrectes.
- **Segon Bloc:** Identificació de Molècules. En aquest exercici, es mostren representacions gràfiques de molècules i l'usuari ha de seleccionar el nom correcte d'entre diverses opcions proposades. Les opcions inclouen noms similars amb petites diferències que requereixen una observació precisa i un bon coneixement de les regles de formulació. Aquest exercici ajuda l'estudiant a relacionar cada estructura amb el seu nom correcte, a identificar diferències entre elles i a reforçar la comprensió de les regles bàsiques de nomenclatura orgànica per als grups funcionals estudiats.
- **Tercer Bloc:** Formular els compostos químics orgànics. El tercer tipus d'exercici requereix que l'alumne escrigui el nom complet d'una molècula representada gràficament, aplicant les regles de la formulació en química orgànica apreses en un context pràctic i realista. Per facilitar l'ús de l'app no es penalitzen errors d'accents, espais o majúscules, encara que en les respostes correctes es mostren els noms correctament. A més, l'aplicació accepta els noms de la nomenclatura IUPAC tant del 1993 com del 1979, per oferir flexibilitat per a diferents contextos d'ús.
- Un dels aspectes més innovadors de QOFormulació és el sistema de retroalimentació immediata, que permet identificar respostes correctes i incorrectes en temps real. En finalitzar cada bloc d'exercicis, l'app mostra les solucions detallades per ajudar a entendre els errors i aprendre'n. Si l'usuari no resol correctament una part de l'exercici, l'app demana repetir només les preguntes fallades, tot assegurant que es consolidin els coneixements abans d'avançar. Quan l'usuari completa tots els exercicis amb èxit, apareix un missatge motivador acompanyat d'un matràs d'Erlenmeyer animat, el personatge guia de l'app, que felicita l'estudiant i ofereix una valoració global del seu progrés. La retroalimentació és un element

essencial per a la promoció de l'aprenentatge efectiu, especialment en el context de la formulació química. Segons Black i William (1998), la retroalimentació formativa ha de ser immediata, específica i enfocada a ajudar els estudiants a identificar i corregir els seus errors. A més, l'ús de retroalimentació immediata a l'app és fonamental per evitar la consolidació d'errors conceptuals, tal com indica Sadler (1989). Aquesta funcionalitat assegura que els alumnes rebin suport just en el moment en què detecten una dificultat, una funcionalitat particularment rellevant en l'aprenentatge de la química orgànica, on els errors en passos intermedis poden conduir a conclusions incorrectes.

### Retroalimentació i Insígnies

Un dels elements clau que distingeixen QOFormulació com a eina educativa innovadora és el seu complet sistema de retroalimentació personalitzada i insígnies, que combina principis de l'avaluació formativa (Black i William, 1998) amb elements gamificats per augmentar la motivació i implicació dels estudiants. A continuació, es detallen les seves característiques principals.

#### *Retroalimentació després de cada nivell*

En completar els tres exercicis d'un nivell, l'app ofereix un informe detallat (Figura 5) amb:

- Nombre d'errors: Un recompte dels errors comesos en cadascun dels blocs d'exercicis, tot permetent a l'usuari identificar quins apartats li han generat més dificultats.
- Temps invertit: La durada total en completar els exercicis, que permet mesurar l'eficiència en la resolució de les activitats.
- Percentatge d'encerts: Proporciona una visió global del rendiment en cadascun dels blocs d'exercicis.

Aquesta retroalimentació s'ofereix cada vegada que es repeteix el nivell, afavorint un aprenentatge autoregulat, en què l'estudiant reflexiona sobre el seu rendiment i treballa per superar els seus reptes (Zimmerman, 2002).

#### *Sistema d'insígnies per a cada nivell*

El sistema d'insígnies de QOFormulació reconeix l'esforç i el progrés dels estudiants mitjançant un sistema d'insígnies, que actua com un reconeixement visual dels seus assoliments (Figura 5). Aquestes insígnies s'atorguen seguint els criteris següents:

- Insígnies dels blocs d'exercicis 1, 2 i 3: S'atorguen quan l'alumne resol correctament tots els exercicis d'un bloc en el primer intent. Per exemple, en acabar el nivell d'alcans, es poden obtenir insígnies dels exercicis 1 i 2, però no per al 3, si s'hi cometen errors.
- Insígnies Diamant i Platí: Per fomentar la constància i el domini dels continguts, l'app permet repetir els nivells tantes vegades com es vulgui. Si l'usuari obté cinc insígnies de tots els blocs d'un mateix nivell, guanya la insígnia Diamant. Si n'aconsegueix deu de cada bloc, obté la insígnia Platí.

Aquest sistema gamificat promou la motivació intrínseca (Deci i Ryan, 1985), incentivant la repetició, l'esforç i la superació personal a llarg termini.

#### *Pàgina principal: Seguiment del progrés*

A la pàgina principal de l'app, on es mostren els nivells disponibles, els usuaris poden accedir a un apartat personalitzat per consultar el seguiment del seu progrés (Figura 5), clicant sobre el seu nom (precedit per "Dr."). Aquest apartat està organitzat en dues seccions:

- Dades totals: Aquesta secció ofereix un resum global de l'activitat de l'usuari en l'app, incloent-hi el nombre de partides jugades (nivells completats); les insígnies aconseguides, on es mostren les insígnies obtingudes dels blocs d'exercicis 1, 2 i 3 en els primers intents i excloent les aconseguides en repeticions; el percentatge d'encert total, essent una mitjana de tots els blocs d'exercicis dels nivells completats; i, per últim, el temps acumulat a l'app, on se suma el temps invertit en tots els nivells.
- Dades per nivell. Per a cadascun dels nivells i per cadascun dels blocs d'exercicis, l'usuari pot consultar informació detallada sobre l'últim

intent realitzat, tot incloent-hi: els errors comesos, el temps invertit o durada en completar el nivell, el percentatge o taxa d'encert per exercici i les insígnies aconseguides de cada nivell en el primer intent, incloent-hi l'obtenció de la insígnia Diamant i Platí.

#### Configuració d'idioma i efecte sobre el progrés

QOFormulació ofereix una funcionalitat avançada per a la gestió d'idiomes, adaptant-se a les particularitats de la nomenclatura en cada llengua. Quan un usuari canvia d'idioma, l'aprenentatge comença des del principi, ja que les regles de nomenclatura varien segons l'idioma. Tanmateix, el progrés en cada idioma queda guardat. Això permet que, si l'usuari torna a un idioma anterior, recuperi exactament el punt on ho havia deixat. Pel que fa al seguiment del progrés, aquest s'ajusta a l'idioma seleccionat en l'últim intent. Per exemple, si l'usuari ha treballat els alcans en portuguès, es mostraran els resultats d'aquest nivell fets en aquest idioma. No obstant això, els noms dels grups funcionals i altres dades genèriques (errors, temps, etc.) sempre s'ajustaran a l'idioma actual de l'app. Aquesta funcionalitat assegura una experiència coherent i personalitzada, permetent als usuaris alternar idiomes sense perdre la seva progressió prèvia.

Aquest sistema d'insígnies, retroalimentació i seguiment del progrés transforma l'experiència d'aprenentatge en temps real, alhora que fomenta una implicació constant mitjançant recompenses tangibles i desafiaments progressius. Basant-se en els principis de la gamificació, s'integra el reforç positiu amb la autosuperació personal, creant un entorn educatiu que potencia la motivació i maximitza l'eficàcia educativa (Deterding et al., 2011).

#### Test Final

El Test Final de QOFormulació és una eina dissenyada per consolidar els coneixements adquirits al llarg dels nivells de l'aplicació i per proporcionar als usuaris una visió clara dels seus punts forts i àrees de millora. Tot i que és una avaluació rigorosa, la filosofia pedagògica de l'app prioritza el procés d'aprenentatge progressiu per damunt de l'aprovat o suspens del test.

El test consta de 50 preguntes, organitzades en tres tipus d'exercicis que cobreixen de manera exhaustiva els aspectes clau de la formulació i nomenclatura en química orgànica.

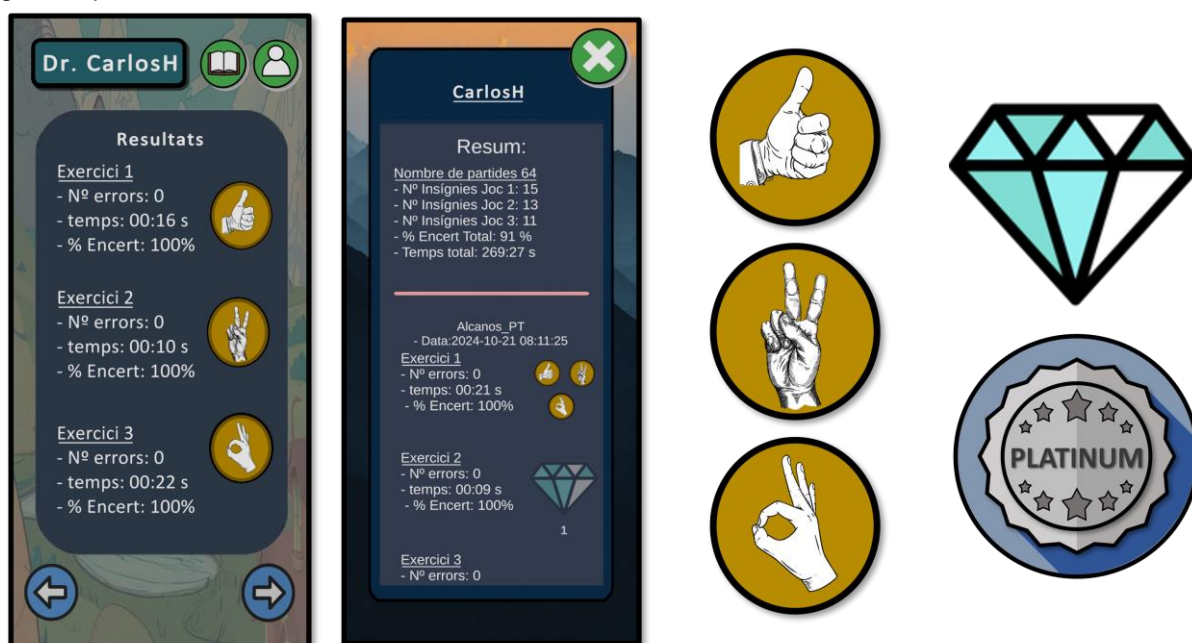


Figura 5. Captures de pantalla de la app. Esquerra: retroalimentació específica que rep l'usuari en finalitzar un nivell. Centre: resum general de l'ús de l'aplicació. Dreta: el sistema d'insígnies de QOFormulació. Aquestes insígnies reconeixen els progressos i assoliments de l'usuari dins l'aplicació, reforçant la motivació i l'esforç.



- Identificació de Grups Funcionals i la seva prioritats (20 preguntes). L'usuari ha d'identificar el grup funcional d'una molècula representada gràficament. Quan hi ha diversos grups funcionals, també ha de determinar quin és el grup funcional prioritari, segons les regles de la IUPAC. Aquest exercici consolida el reconeixement visual i la jerarquia dels grups funcionals.
- Elecció del nom de la molècula (15 preguntes). Es presenta una molècula orgànica i tres opcions de noms. L'usuari ha de seleccionar el nom correcte, tenint en compte petites variacions entre les opcions. Aquest exercici posa a prova la comprensió i atenció al detall en la nomenclatura química.
- Escripció del nom de la molècula (15 preguntes). L'usuari ha d'escriure correctament el nom de la molècula, aplicant autònomament les regles de nomenclatura apreses. Aquest exercici és el més exigent, ja que requereix que l'usuari sigui capaç d'aplicar de manera autònoma totes les regles de nomenclatura apreses. És adequat per consolidar la fluïdesa i seguretat en la nomenclatura química.

En completar el test, l'app realitza una correcció immediata. Les respostes incorrectes són identificades, i es mostra la solució correcta. L'usuari ha de corregir les respostes errònies, seguint el mateix enfocament dels exercicis fets amb anterioritat. Això assegura que totes les preguntes siguin resoltes abans d'avançar.

En finalitzar amb èxit, l'aplicació felicita a l'usuari amb un missatge motivador i mostra una valoració global. Aquesta valoració inclou una qualificació sobre 10 punts, calculada segons els criteris següents: cada pregunta té un valor de 0,2 punts, i la puntuació final es calcula de manera proporcional als encerts obtinguts (Figura 6). El test final ofereix als usuaris una oportunitat única per reflexionar sobre el seu progrés, identificar els seus punts forts i treballar les àrees de millora.

L'enfocament pedagògic de QOFormulació prioritza, no obstant això, la consolidació del coneixement per sobre de l'avaluació purament quantitativa, tot tancant el procés d'aprenentatge amb una experiència positiva i motivadora.



Figura 6. Visualització del Test Final de QOFormulació. Les imatges mostren els tres tipus d'exercicis del Test final: Identificació de grups funcional i prioritats, selecció del nom correcte d'una molècula i escriptura del nom complet d'una molècula. En completar el test, l'usuari rep una valoració final i un missatge motivacional.

## CLASSES VIRTUALS EN L'APLICACIÓ

L'enfocament de QOFormulació està dissenyat perquè qualsevol usuari pugui utilitzar l'app de manera autònoma. En entorns gamificats, aquesta autonomia es potencia a través de nivells progressius, reptes motivadors i retroalimentació immediata, elements que permeten als usuaris avançar al seu ritme mentre consoliden conceptes, exemples i exercicis. Aquesta autonomia, segons Deci i Ryan (1985), és una de les claus per fomentar la motivació intrínseca, ja que permet als estudiants assumir la responsabilitat del seu aprenentatge.

No obstant això, a més del seu ús independent, QOFormulació es pot integrar com a eina educativa a l'aula, de manera que proporciona al professorat una manera innovadora de gamificar continguts i supervisar el progrés dels estudiants en temps real. Aquesta experiència converteix l'aprenentatge de la formulació orgànica en una experiència interactiva, motivadora i adaptada a cada estudiant, independentment del seu nivell inicial.

### Configuració de classes virtuals

Per crear una aula virtual, el professorat ha de seguir aquests senzills passos:

- Descarregar l'app i registrar-se.
- Un cop dins, prémer el botó d'usuari (ubicat al costat de Configuració).
- Crear un grup de classe introduint el nom que es vol donar a l'aula i clicant a la icona "Crear grup".

Els estudiants, que també han de descarregar i registrar-se a l'app, només necessiten accedir al botó d'usuari i escriure el nom de la classe virtual proporcionada pel professor per tal d'unir-s'hi.

Un cop creada la classe virtual, el docent podrà gestionar i supervisar el progrés dels estudiants des de l'aplicació, a més de, si vol, també participar-hi (Figura 7). L'accés a la classe virtual ofereix una visió detallada del rendiment individual dels participants, incloent-hi:

- Dades totals de l'usuari: nivells completats, insígnies aconseguides en els primers intents dels tres blocs d'exercicis de cada nivell, percentatge d'encert total i el temps acumulat dedicat a l'app.
- Dades per nivell: A cada nivell apareixerà el primer i l'últim intent realitzat, incloent els errors comesos en cadascun dels tres exercicis, el temps invertit per completar-lo, el percentatge d'encert, les insígnies aconseguides (incloses Diamant i Plati), així com la data de realització.

L'ús de QOFormulació dins de l'aula permet al professorat fer un seguiment detallat i en temps real del progrés de cada estudiant i identificar les fortaleces i àrees de millora. Aquesta anàlisi permet adaptar les activitats i explicacions a les necessitats específiques del grup, tot fomentant un aprenentatge més personalitzat i efectiu.

A més, la gamificació dels continguts introdueix un ambient competitiu i motivador a l'aula, gràcies a l'obtenció d'insígnies i a l'opció de seguiment de classificacions. Aquest sistema:

- Manté els estudiants implicats mitjançant reptes progressius.
- Reforça habilitats com l'atenció al detall, la rapidesa en la resolució d'exercicis i la seguretat en l'aplicació de les regles de nomenclatura química.

## COORDINACIÓ AMB LA PÀGINA WEB

QOFormulació està completament integrada amb la seva pàgina web oficial, [www.qoformulacio.es](http://www.qoformulacio.es), la qual cosa amplia les funcionalitats de l'aplicació i proporciona un sistema de seguiment més complet i flexible. Aquesta integració dinàmica converteix QOFormulació en una eina educativa en evolució constant, alhora que facilita l'actualització de continguts i materials didàctics.

L'accés a la pàgina web es realitza amb el mateix correu electrònic i contrasenya emprats a l'aplicació. Un cop iniciada la sessió, l'usuari pot explorar diverses seccions, que ofereixen informació detallada sobre el seu progrés acadèmic (Figura 8).



Figura 7. Visualització de les classes virtuals a QOFormulació. Les imatges il·lustren com l'aplicació permet la creació i gestió d'aules virtuals, on el professorat pot supervisar el progrés dels estudiants en temps real. Els usuaris poden consultar dades com el nombre de partides jugades, insígnies obtingudes, percentatge d'encert i temps dedicat.

### Funcionalitats generals de la pàgina web

A la pestanya d'inici, l'usuari trobarà una taula organitzada amb un resum dels nivells completats (Figura 8). La informació inclou:

- Grup funcional: Llistat dels nivells superats. Aquells que no s'han superat no apareixeran.
- Nom d'usuari: Identificador únic que permet distingir i associar a l'usuari amb les seves activitats i dades dins del sistema.
- Nom del grup: Indica la classe virtual a què pertany l'usuari. Si l'usuari treballa de manera autònoma, apareix "No class".
- Nombre d'errors: Especifica els errors comesos als exercicis 1, 2 i 3 de cada nivell o grup funcional.
- Temps invertit: Temps dedicat a completar cada nivell i el temps total acumulat.
- Data de realització: La data en què es va completar el nivell.

Si un nivell s'ha repetit, cada intent apareix de manera independent dins la taula. Per exemple, si un estudiant ha completat el nivell d'alcans tres

vegades, es mostraran tres registres consecutius amb les dades corresponents.

La informació s'organitza per idioma, mostrant primer els nivells completats en castellà, seguits per català, anglès, italià i portuguès. En cas que els exercicis s'hagin realitzat en un sol idioma, només apareixeran les dades d'aquest idioma. Els resultats del Test Final, en no pertànyer a un grup funcional específic, es llisten al final de la taula, independentment de l'idioma seleccionat.

### Funcionalitats específiques per a docents

La pàgina web amplia les capacitats de gestió disponibles a l'aplicació. A la pestanya "Els meus grups", els docents poden accedir a les aules virtuals, com a l'aplicació. A més, poden visualitzar tots els intents detallats de cada estudiant per nivell, incloent-hi:

- Errors comesos en cada exercici
- Temps invertit en completar el nivell.
- Percentatge d'encerts per intent.
- Comparació entre intents anteriors i posteriors per identificar l'evolució.

Nombre Químico	Nombre Usuario	Nombre Grupo	Numero Errores 1	Numero Errores 2	Numero Errores 3	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo	Fecha
Alcanos	CarlosH	No Class	0	0	0	00:28	00:30	00:35	03:34	2024-09-26 20:22:48
Alcanos	CarlosH	No Class	0	0	1	00:26	00:41	02:07	05:16	2024-09-27 14:11:52
Alcanos	CarlosH	No Class	0	0	0	00:17	00:09	00:17	01:10	2024-09-28 10:19:12
Alcanos	CarlosH	No Class	0	0	0	00:59	01:28	01:17	04:49	2024-10-04 10:14:40

Figura 8. Visualització de la pàgina web integrada amb QOFormulació. La figura mostra com la pàgina web oficial de QOFormulació complementa l'aplicació, ofereix informació detallada del progrés i inclou dades com els grups funcionals superats, els errors comesos i el temps invertit, organitzades per idioma.

### Panell de control i actualitzacions

Els administradors de la pàgina web disposen d'una pestanya exclusiva anomenada "Panell de Control", que permet pujar nova informació teòrica, afegir imatges i gràfics explicatius i incorporar nous exercicis. Aquestes actualitzacions se sincronitzen automàticament amb l'aplicació, permetent que QOFormulació es mantingui actualitzada i adaptada a les necessitats dels usuaris.

### CONSIDERACIONS FINALS

L'ensenyament de la química orgànica ha estat tradicionalment un desafiament pedagògic, tant per la complexitat conceptual com per la percepció negativa que molts estudiants desenvolupen envers aquesta disciplina. Les metodologies tradicionals, centrades sovint en la transmissió passiva d'informació, no han aconseguit despertar la curiositat ni promoure la implicació activa necessàries per propiciar un aprenentatge significatiu. En resposta a aquestes limitacions, QOFormulació emergeix com una eina educativa innovadora que transforma la manera d'abordar la formulació de la química orgànica a través de la tecnologia digital i la gamificació.

L'impacte pedagògic de QOFormulació es manifesta en diversos aspectes clau:

- La seva estructura basada en nivells progressius facilita una introducció gradual dels

conceptes, reduint la càrrega cognitiva, tot evitant saturar la memòria de treball de l'estudiant i facilitant l'assimilació de continguts complexos.

- La retroalimentació immediata ofereix una correcció en temps real, essencial per identificar i corregir errors, consolidant els aprenentatges de manera eficaç.
- Els elements gamificats com les insígnies i els rànquings fomenten la motivació, cosa que converteix l'aprenentatge en una experiència lúdica i atractiva.

A més, la flexibilitat d'ús de l'app -tant per a l'aprenentatge autònom com en entorns d'aula-, permet als docents integrar-la dins les dinàmiques educatives, a la vegada que ofereix al professorat un seguiment detallat del progrés de cada estudiant. La coordinació amb la pàgina web complementa aquestes funcionalitats, proporcionant un sistema de seguiment més complet i personalitzat, amb dades organitzades segons nivells, intents i idiomes.

La incorporació de la gamificació a QOFormulació es revela com un factor transformador en l'experiència educativa. Els principis de la Teoria de l'Autodeterminació es reflecteixen clarament en el disseny de l'aplicació, ja que els nivells progressius i les insígnies responen a satisfer la necessitat de competència, mentre que la possibilitat de treballar al ritme propi satisfà la necessitat d'autonomia. A més, les funcionalitats

socials com les classes virtuals i els rànquings fomenten la col·laboració i la competició sana, satisfent la necessitat de relació. Aquesta combinació incrementa la motivació extrínseca inicial i l'evoluciona cap a una motivació intrínseca, afavorint un aprenentatge més profund i durador.

De cara al futur, seria interessant dur a terme estudis empírics per avaluar l'impacte de QOFormulació en la motivació, el rendiment acadèmic i les actituds envers la química. Aquestes investigacions podrien oferir dades concretes per millorar l'aplicació i ajudarien a comprendre millor com les innovacions tecnològiques poden influir en el procés d'aprenentatge. També seria rellevant explorar la possibilitat d'ampliar els continguts de l'aplicació per incloure altres àrees de la química o disciplines STEM, així com integrar-la amb plataformes d'aprenentatge ja existents per facilitar-ne la implementació en centres educatius.

QOFormulació representa una proposta educativa innovadora que combina la tecnologia digital, la gamificació i la pedagogia per donar resposta a les necessitats educatives del segle XXI. Aquesta aplicació no només facilita l'ensenyament de la formulació en química orgànica, sinó que també ofereix un model exemplar d'integració tecnològica en l'àmbit educatiu. La seva capacitat d'adaptació a diferents contextos educatius, juntament amb l'ús d'elements motivadors i eines per a un seguiment personalitzat, posiciona QOFormulació com una eina valuosa per a la formació científica. En definitiva, aquesta aplicació no només respon a les demandes actuals de l'ensenyament de les ciències, sinó que també obre noves possibilitats per a la implementació de l'aprenentatge gamificat en altres disciplines STEM

## BIBLIOGRAFIA

- Black, P. i Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74.  
<https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Chen, C.-H., Law, V. i Huang, K. (2019). The roles of engagement and competition on learner's performance and motivation in game-based science learning. *Education Technology Research and Development*, 67, 1003–1024.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-019-09670-7>
- Cooper, M. M., Grove, N., Underwood, S. M. i Klymkowsky, M. W. (2010). Lost in Lewis Structures: An Investigation of Student Difficulties in Developing Representational Competence. *Journal of Chemical Education*, 87(8), 869–874.  
<https://doi.org/10.1021/ed900004y>
- Deci, E. L. i Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer Science & Business Media.  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. i Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15.  
<https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Ericsson, K. A. (2006). The influence of experience and deliberate practice on the development of superior expert performance. Dins K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, i R. R. Hoffman (Eds.) *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*, 683–704. Cambridge University press.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511816796.038>
- Jiménez-Valverde, G., Heras-Paniagua, C., Fabre-Mitjans, N. i Calafell-Subirà, G. (2024). Gamifying teacher education with FantasyClass: Effects on attitudes towards physics and chemistry among preservice primary teachers. *Education Sciences*, 14(8), 822.  
<https://doi.org/10.3390/educsci14080822>
- Renkl, A. (2014). Toward an instructionally oriented theory of example-based learning. *Cognitive Science*, 38(1), 1–37.  
<https://doi.org/10.1111/cogs.12086>
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18(2), 119–144.  
<https://doi.org/10.1007/BF00117714>
- Shortt, M., Tilak, S., Kuznetcova, I., Martens, B. i Akinkuolie, B. (2023). Gamification in mobile-assisted language learning: A systematic review of Duolingo literature from public release of 2012 to early 2020.



- Computer Assisted Language Learning*, 36(3), 517–554.  
<https://doi.org/10.1080/09588221.2021.1933540>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.  
[https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Vázquez - Alonso, Á. i Manassero - Mas, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): Evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 417–441.  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2007.v4.i3.03](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i3.03)
- Villegas-Ch, W. i García-Ortiz, J. (2023). Enhancing learning personalization in educational environments through ontology-based knowledge representation. *Computers*, 12(199), 1-19.  
<https://doi.org/10.3390/computers12100199>
- Zainuddin, Z., Chu, S., Shujahat, M. i Perera, C. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, 100326.  
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70.  
[https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)