



# Proposta didàctica: Obtenció de nanopartícules de plata a partir d'extracte de te verd.

Juli Colom i Bussot  
INS Baix Empordà, Palafrugell  
[jcolom4@xtec.cat](mailto:jcolom4@xtec.cat)

Aleix Solís i Busquets  
INS Baix Empordà, Palafrugell

Àngels Olivella Costa  
INS Baix Empordà, Palafrugell  
[molivel6@xtec.cat](mailto:molivel6@xtec.cat)

Núria Fiol Santaló  
Departament EQATA de la UdG, Girona  
[nuria.fiol@udg.edu](mailto:nuria.fiol@udg.edu)

**Resum** • En els darrers temps ha adquirit gran importància la síntesi de nanopartícules metàl·liques a partir d'extractes naturals fent mètodes de preparació més respectuosos amb el medi ambient (l'anomenada "síntesi verda"). Molts extractes de plantes s'han emprat per obtenir nanopartícules principalment de plata i or. Aquest treball proposa la utilització de te verd com a extracte a partir del qual sintetitzar nanopartícules de plata. Tot i que la bibliografia esmenta ja la síntesi de nanopartícules de plata amb te, tractarem d'aprofundir en les condicions experimentals en què té lloc. La caracterització de les nanopartícules es farà mitjançant la seva absorbància en la regió del visible.

Aquesta proposta didàctica està destinada a alumnes de 4t ESO o batxillerat. Per tal de fer un seguiment de l'alumnat i una avaluació formativa de l'activitat es proposa que els alumnes facin un bloc explicatiu de cada etapa de la proposta didàctica.

**Paraules clau** • nanopartícules, extracte de te verd, nitrat de plata, espectrofotòmetre visible.

---

## Didactic experience: Obtention of silver nanoparticles from green tea extract.

**Abstract** • In recent times, the synthesis of metal nanoparticles from natural extracts has become very important, providing more environmentally friendly preparation methods (the so-called "green synthesis"). Many plant extracts have been used to obtain nanoparticles, mainly silver and gold. This work proposes the use of green tea as extract to synthesize silver nanoparticles. Although the literature already mentions the synthesis of silver nanoparticles with tea, we will try to go in deep into the experimental conditions in which it takes place. The characterization of the nanoparticles will be done by their absorbance in the visible region.

This didactic proposal is addressed to students of 4<sup>th</sup> ESO and "batxillerat" (upper-secondary education). In order to monitor the students and their formative evaluation of the activity, it is proposed to make an explanatory blog of each stage of the didactic proposal.

**Keywords** • nanoparticles, green tea extract, silver nitrate, visible spectrophotometer.

## INTRODUCCIÓ

Les nanopartícules de plata tenen molta importància en diversos camps com ara l'electrònica, la roba, la pintura, la cosmètica, la biomedicina, la indústria farmacèutica, la indústria alimentària i l'automoció.

En aquest treball s'explica com es poden obtenir nanopartícules de plata a partir del te, que és un material barat i no contaminant, proporcionant així un mètode sintètic més respectuós amb el medi ambient ("Green synthesis") que aquells que utilitzen d'altres compostos químics.

## OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE LA SEQUÈNCIA

En aquest context, aquest treball està orientat principalment a promoure l'aprenentatge dels següents aspectes:

- Introducció al món de la Nanociència.
- Coneixement general dels diversos mètodes de síntesi de nanopartícules (NPs) metàl·liques.
- Preparació de l'extracte de te verd.
- Preparació de dissolucions de nitrat de plata.
- Síntesi de nanopartícules de plata amb extracte de te verd.
- Caracterització de les nanopartícules mitjançant l'espectroscòpia visible.
- Mesura de les nanopartícules amb el *nanosizer*.

## SESSIÓ 1. NANOPARTÍCULES

Activitat programada: presentació del món de la Nanociència, algunes propietats de les nanopartícules (com la ressonància de plasmó superficial), explicació dels mètodes de síntesi químics "bottom-up", noció dels mètodes d'estabilització de les nanopartícules, introducció a la ressonància del plasmó superficial.

D'entre els diferents mètodes de síntesi de nanopartícules, l'aproximació "bottom-up" és la més generalitzada. En primer lloc, té lloc la bioreducció de plata  $Ag^{+1}$  a plata en estat elemental  $Ag^0$  (que en el nostre cas es produeix per l'extracte de te).

Seguidament té lloc l'agregació de nanopartícules i, per últim, la seva estabilització (Figura 1).

Algunes nanopartícules presenten una propietat òptica anomenada ressonància del plasmó superficial (o SPR segons les sigles en anglès), que s'origina per la seva interacció amb radiació electromagnètica.

**Material:** es lliurarà informació bibliogràfica a nivell divulgatiu per tal que els alumnes puguin disposar de material de suport per començar a elaborar el bloc. Per altra banda els docents interessats en implementar aquesta proposta podran disposar del treball complet enviant un correu electrònic a [molivel6@xtec.cat](mailto:molivel6@xtec.cat).

També es pot complementar amb un treball de grau sobre nanopartícules de cobalt que està disponible en aquest enllaç [1].

**Tasques docents:** fornir les explicacions necessàries per tal que l'alumnat pugui entendre les propietats de les nanopartícules, els diferents mètodes de síntesi, les causes de la seva estabilització i, al menys amb un símil en física clàssica, la ressonància del plasmó superficial. Preparar una presentació (tipus *power point*) molt visual per tal d'acompanyar les explicacions anteriorment esmentades.

Algunes dificultats conceptuals que poden aparèixer en aquest apartat tenen a veure amb la comprensió dels següents fenòmens:

- La formació de nanopartícules (procés que es mostra de forma esquemàtica a la Figura 1).
- El concepte complex de ressonància de plasmó superficial. S'ofereixen una imatge i un vídeo per ajudar a la comprensió [2].

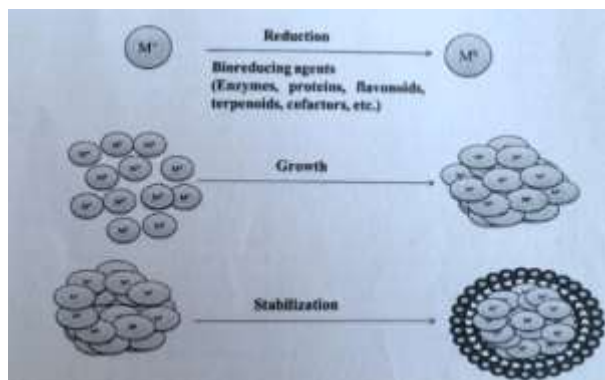


Figura 1. Mecanisme de síntesi de nanopartícules (Mittal et al., 2013).

Tasques de l'alumnat: recollir les idees més importants, formular preguntes per assolir una comprensió més completa dels aspectes tractats, i elaborar els textos i imatges per incloure en el bloc. L'alumnat disposarà d'un *power point* per tal de poder consultar i avançar en el coneixement i també d'aquesta proposta didàctica.

L'alumnat hauria d'assolir la comprensió clara, d'una banda, del concepte de nanòmetre, i d'altra banda, de com es formen les nanopartícules a partir del mètode "bottom up".

El bloc creat per l'alumnat hauria d'estar estructurat en diferents apartats: (1) Introducció a la nanociència; (2) Objectius del treball; (3) Part experimental; (4) Resultats; (5) Conclusions. També es proposa que l'alumnat faci un vídeo explicatiu de la part experimental i resultats que es podria publicar a la plataforma digital «ciència entre tots».

## SESSIÓ 2. ESPECTROFOTOMETRIA. PRINCIPI DE FUNCIONAMENT DE L'ESPECTROFOTÒMETRE VISIBLE V-10 PLUS

Activitat programada: Presentar l'espectrofotòmetre V-10 plus en el marc de l'espectrofotometria, les principals parts i el principi de funcionament. L'espectrofotometria és una tècnica que s'utilitza per mesurar quanta llum absorbeix una substància quan un feix de llum passa a través de la solució. La quantificació de la intensitat de llum que surt de la solució es basa en la Llei de Beer-Lambert. L'espectrofotometria visible pot tenir lloc quan el feix de llum comprèn longituds d'ona compreses entre 380 nm i 780 nm (anomenat espectre visible).

Material: espectrofotòmetre visible ONDA V-10 plus [3] (Figura 2).



Figura 2. Espectrofotòmetre visible ONDA V-10 plus. (1) Posició cubetes; (2) Maneta de canvi; (3) Lectura de les mesures.

Tasques docents: Veure el vídeo del següent enllaç [4] publicat a la revista digital «ciència entre tots» sobre els principis i funcionament de l'espectrofotòmetre visible. Es demana a l'alumnat que elabori una entrada al bloc explicant l'experiència/els resultats de la SESSIÓ 2.

Tasques de l'alumnat: Recollir les idees més importants de l'explicació. Formular preguntes després de l'explicació.

## SESSIÓ 3. PREPARACIÓ DE L'EXTRACTE DE TE VERD.

Activitat programada: preparació de l'extracte de te verd que s'emprarà per sintetitzar les nanopartícules de plata.

Material:

- Bossetes de te verd comercial (4 bosses de 1.8 g/unitat)
- Vas de precipitats de 500 ml
- Aigua destil·lada (500 ml)
- Embut Buchner
- Matràs Kitasato
- Trompa de buit
- Calefactor
- Suport

Tasques docents: supervisar el procés de preparació de l'extracte de te.

Tasques de l'alumnat: formular preguntes sobre el procés, controlar l'ebullició de l'aigua en la qual s'hauran submergit les bossetes de te, filtrar les impureses que en resultin mitjançant una filtració a pressió reduïda; traslladar l'extracte de te a un frigorífic per evitar la seva erosió per part de microorganismes; fer fotografies del procediment per incloure-les en el bloc.

## SESSIÓ 4. PREPARACIÓ DE LA DISSOLUCIÓ DE NITRAT DE PLATA

Activitat programada: preparació de dissolucions de nitrat de plata que, afegides a l'extracte de te, permetran obtenir, per reducció del catió metàl·lic, les nanopartícules.

Material:

- Nitrat de plata
- Balança (preferiblement de sensibilitat 0.01 g)
- Vas de precipitats de 100 ml
- Aigua destil·lada

- Matràs aforat de 100 ml
- Espàtula
- Vareta de vidre

Tasques docents: explicar les reaccions d'oxidació-reducció; plantejar el problema de càlcul dels grams de nitrat de plata necessaris per preparar dues dissolucions, una de composició 0.1 M i l'altra de composició 0.01 M. Vetllar per la comprensió del contingut, aclarint dubtes.

Tasques de l'alumnat: fer els càlculs necessaris, fer les preguntes que considerin pertinents i fotografies per incloure-les en el bloc; traslladar les dissolucions preparades a una ampolla de color topazi i mantenir-la en un recipient preservat de la llum.

Cal tenir en compte que si el nitrat de plata es queda en contacte amb la llum durant un temps, la plata es pot reduir, fet que inutilitzaria les proves posteriors, ja que en definitiva volem provar la capacitat dels polifenols per reduir la plata de  $Ag^{+1}$  a  $Ag^0$ . Per tant, el que s'ha de fer és guardar el nitrat de plata en un recipient fosc que el protegeixi de la llum. Per fer-ho utilitzem un embut, i senzillament traspassem la dissolució del matràs aforat a un recipient d'aquestes característiques.

## SESSIÓ 5. SÍNTESI DE NANOPARTÍCULES MITJANÇANT LA MESCLA DE L'EXTRACTE DE TE AMB LES DISSOLUCIONS DE NITRAT DE PLATA

Activitat programada: preparació de mescles de nitrat de plata i extracte de te verd en diverses proporcions de les dues substàncies amb l'objectiu de poder determinar la proporció òptima. Les mescles s'efectuaran primer amb la dissolució de nitrat de plata 0.1 M, a temperatura ambient i al pH de l'extracte del te verd. Després es faran amb la dissolució de nitrat 0.01 M.

Material:

- Extracte de te verd
- Hidròxid de sodi 0.1 M i àcid nítric 0.1 M (per la modificació del pH)
- Dissolucions de nitrat de plata 0.1 M i 0.01 M
- Pipetes de 10 ml i dispensador de pipetes
- Vasos de precipitats de 100 ml
- Ampolletes o vials

Tasques docents: supervisar el procés de mescla procurant que el volum total de la mescla sigui sempre de 10 ml; aclarir els dubtes o les preguntes que l'alumnat pugui formular; es demana a l'alumnat que inclogui en el bloc descripció i fotografies del procediment. Segons bibliografia (Bastos-Arrieta *et al.*, 2018) la formació de nanopartícules (reducció de  $Ag^{+1}$  a  $Ag^0$ ) es reflecteix amb un canvi de color de groc pàl·lid a un vermell marronós.

Tasques de l'alumnat: preparar les mescles amb diferents proporcions d'extracte de te verd i de dissolució de nitrat de plata, sempre amb un volum final total de 10 ml; també s'han provat diferents pHs (per acidificar l'extracte de te que està a pH 5 afegim gotes de  $HNO_3$  0.1 M, i per fer-lo bàsic, gotes de  $NaOH$  0.1 M); és important deixar reposar les mostres unes hores per afavorir que la reacció tingui lloc; traslladar les mescles preparades a les ampolletes o vials i etiquetar-les amb tota precisió; reservar les mescles en un frigorífic. Totes les mescles utilitzades es mostren a la figura 3.

Comparant el color de les solucions podem veure que tant la número 1 com la número 7 tenen un color vermellós però també hi ressalta color grisós. Aquest color grisós porta a pensar que la plata s'ha reduït a plata metàl·lica en forma de precipitat. Les solucions 2 i 3 tenen un aspecte semblant, se'ls veu un color més aviat marró que vermellós. A les solucions 4 i 5 és on s'observa un color vermellós característic de la formació de nanopartícules. En canvi la solució 6 senzillament no ha canviat de color, per tant a priori no s'haurien format nanopartícules.

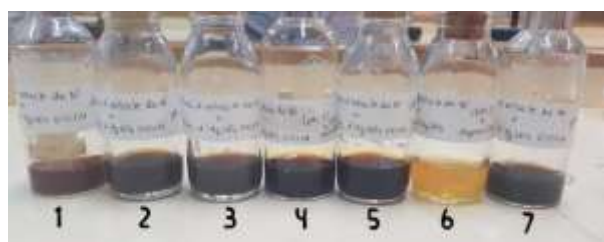


Figura 3. Mostres obtingudes amb diferents proporcions d'extracte de te i nitrat de plata 0.01 M a diferents pH:

(1) 9 ml d'extracte de te + 1 ml  $AgNO_3$  0.01M (pH = 5); (2) 8 ml d'extracte de te + 2 ml  $AgNO_3$  0.01M (pH = 5); (3) 7 ml d'extracte de te + 3 ml  $AgNO_3$  0.01M (pH = 5); (4) 7 ml d'extracte de te + 3 ml  $AgNO_3$  0.01M (pH = 7); (5) 7 ml d'extracte de te + 3 ml  $AgNO_3$  0.01M (pH = 8); (6) 7 ml d'extracte de te + 3 ml  $AgNO_3$  0.01M (pH = 2); (7) 6 ml d'extracte de te + 4 ml  $AgNO_3$  0.01M (pH = 5).

Així doncs, en aquesta fase ja podem predir en quines solucions hi ha nanopartícules i en quines no. La mesura de les absorbàncies ens confirmarà si les nostres prediccions són correctes.

### SESSIÓ 6. MESURA DE L'ABSORBÀNCIA MÀXIMA DE LES MESCLES PREPARADES

Activitat programada: identificar la longitud d'ona de màxima absorbància de l'extracte de te i de les diverses mescles preparades; mesurar l'absorbància des de 300 a 500 nm, mesurant de 1 en 1 nm en les proximitats del màxim d'absorbància.

Material:

- Espectrofotòmetre V-10 plus ONDA
- Cubetes
- Aigua destil·lada
- Mostres de les mescles d'extracte de te i nitrat de plata preparades

Tasques docents: mostrar com es determina l'absorbància amb el *software* de l'espectrofotòmetre; recordar els conceptes d'absorbància i transmittància; es demana que els alumnes incloguin l'activitat en el bloc.

Tasques de l'alumnat: mesurar el màxim d'absorbància de cada mescla (a partir de mostres de 2 ml); diluir la mescla si la seva concentració és massa elevada per poder detectar el màxim (l'absorbància es calcula a partir d'un protocol escrit i que s'ha traduït del manual de l'equip). Per a cada longitud d'ona s'ha d'anotar l'absorbància corresponent (que ens dona una mesura de la quantitat de llum d'una longitud d'ona determinada que absorbeix la mostra). Seguidament s'anota la longitud d'ona en la qual es produeix la màxima absorbància. Després cal fer un gràfic en un full d'Excel de les absorbàncies en funció de la longitud d'ona. El màxim d'absorbància de l'extracte de te i el de les diferents mescles permetran determinar quina és la mescla òptima per obtenir nanopartícules per les dues concentracions de nitrat de plata emprades.

En totes les mostres es va calcular l'absorbància per a cada longitud d'ona en el rang de 400-500 nm. Diversos autors han descrit que els col·loides de plata exhibeixen una màxima absorbància entre 400 a 500 nm degut a la ressonància de plasmó superficial (SPR) (Bastos-Arrieta *et al.*, 2018). Per

tant, si en aquest rang de longitud d'ona s'observa un pic de màxima absorbància, podem inferir que s'han format nanopartícules, si no s'observa cap pic en descartaríem la formació. A la Figura 4 es pot veure el pic obtingut per una mescla d'extracte de te i nitrat de plata.

Tal i com es mostra en el gràfic, el pic de màxima absorbància apareix a una longitud d'ona de 448 nm. Tenint en compte el que s'ha descrit anteriorment (que els col·loides de plata exhibeixen una màxima absorbància entre 400 a 500 nm degut a la ressonància de plasmó superficial), podem inferir que hi ha hagut formació de nanopartícules en aquesta solució.

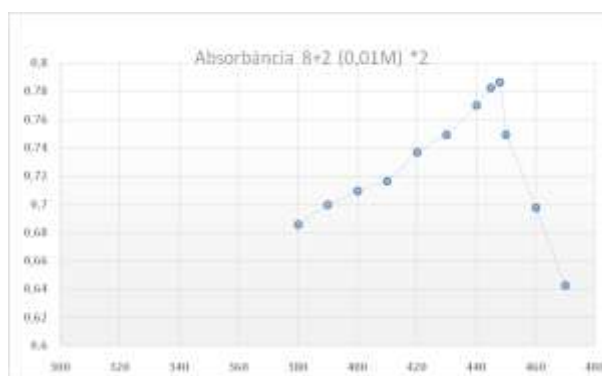


Figura 4. Gràfic obtingut mesurant absorbàncies respecte longitud d'ona per la mescla 8 ml extracte de te + 2 ml AgNO<sub>3</sub> 0.01 M.

A la Taula 1 es mostra el resultat de les mesures corresponents a les mescles d'extracte de te amb nitrat de plata 0,01 M, en concret, la longitud d'ona corresponent a la màxima absorbància que ens permet inferir si s'han format (o no) nanopartícules.

Mescla ml extracte de te + ml AgNO <sub>3</sub> 0.01 M	$\lambda_{\max}$ (nm)	Presència de nanopartícules
9+1	-	No
8+2	448	sí
7+3	440	sí
6+4	448	sí

Taula 1. Determinació (per a diferents mescles d'extracte de te i nitrat de plata 0.01M) de la presència de nanopartícules a partir de la longitud d'ona ( $\lambda_{\max}$ ) corresponent al pic d'absorció característic de mescles que contenen nanopartícules

## SESSIÓ 7. MESURA DE LA MIDA DE LES NANOPARTÍCULES SINTETITZADES (OPCIONAL)

Activitat programada: mesurar la mida de les nanopartícules sintetitzades mitjançant un analitzador de partícules (*nanosizer*). En el nostre cas, es van poder fer les mesures gràcies a l'amable col·laboració del Grup de Metalls i Medi Ambient de la Universitat de Girona vehiculada per la professora Núria Fiol.

Material: equip analitzador de partícules [5] (Figura 5).

Tasques docents: proporcionar nocions als alumnes del funcionament de l'aparell que mesurarà la mida de les nanopartícules; explicar el protocol que s'emprarà en la mesura; introduir la relació entre pH i mida de nanopartícules i possibles causes.

Tasques de l'alumnat: seguir el protocol explicat i efectuar la mesura de les nanopartícules preparades en les sessions anteriors; fer fotografies i incloure el procediment en el bloc; extreure conclusions que relacionin les proporcions d'extracte de te, pH i mida de les nanopartícules.

A partir dels resultats experimentals (Taula 2) es va demostrar que a pH àcids la mida de les nanopartícules oscil·la entre 500-600 nm, mentre que a pH bàsics és molt inferior, entre 4-10 nm.



Figura 5. Analitzador de partícules Zetasizer Nano-ZS de Malvern (model ZEN3600).

Bastos-Arrieta *et al.* (2018) van sintetitzar nanopartícules de plata amb una mida mitja de 27.7 nm i van ser utilitzades com a sensors en elèctrodes serigrafats. Altres mides obtingudes emprant altres extractes es presenten a la Taula 3.

Finalment, en base a les mides de partícula mesurades, podem dir que les condicions experimentals per a una síntesi verda de nanopartícules a partir de nitrat de plata (Ag-NP) són aquelles en què es treballa a temperatura ambient barrejant 7 ml d'extracte de te verd i 3 ml de AgNO<sub>3</sub>, a pH 5 (el pH de l'extracte), i amb les quals s'obté una mida de partícula de 55.93 nm.

Mostra	Màxim d'absorbància (nm)	Mida de les NPsAg (nm)
7 mL extracte+3mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M efectuada a temperatura ambient (27 °C) pH=5 (pH de l'extracte)	446	55,93 - 100 %
7 mL extracte+3 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M efectuada a 10 °C pH=5 (pH de l'extracte)	462	27,13 - 100 %
7 mL extracte+3 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M efectuada a 70 °C pH=5 (pH de l'extracte)	454	10,82 - 100 %
8 mL extracte+2 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M pH=5 (pH de l'extracte)	448	11,39 - 100 %
9 mL extracte+1 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M pH=5 (pH de l'extracte)	340	9,103 - 100 %
7 mL extracte+3 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M pH=2	342	589,4 - 99,8 % 5112 - 0,2 %
7 mL extracte+3 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M pH=5 (pH de l'extracte)	448	41,66 - 100 %
7 mL extracte+3 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M pH=7	448	20,53 - 100 %
7 mL extracte+3 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M pH=8	410	16,29 - 100 %
7 mL extracte+3 mL AgNO <sub>3</sub> 0,01 M pH=10	414	6,246 - 100 %
6 mL extracte+4 mL AgNO <sub>3</sub> 0,001 M pH=5 (pH de l'extracte)	412	50,35 - 0,1 % 8,351 - 99,9 %
7 mL extracte+3 mL AgNO <sub>3</sub> 0,001 M pH=5 (pH de l'extracte)	340	49,30 - 100 %
8 mL extracte+2 mL AgNO <sub>3</sub> 0,001 M pH=5 (pH de l'extracte)	340	53,4 - 100 %
6 mL extracte+4 mL AgNO <sub>3</sub> 0,001 M pH=10	402	78,01 - 100 %
6 mL extracte+4 mL AgNO <sub>3</sub> 0,001 M pH=12	402	3,954 - 100 %

Taula 2. Mida de les nanopartícules a diferents condicions experimentals mesurades amb el Nanosizer amb els seus respectius pics màxims d'absorbància.

Extracte	Mida de les nanopartícules	Referència bibliogràfica
Rapa	27.7 ± 0.6 nm Ús: sensors	Bastos-Arrieta <i>et al.</i> , 2018
Te verd	40 nm	Vilchis-Nestor <i>et al.</i> , 2008
Carica Papaya	15-50 nm	Jain <i>et al.</i> , 2009

Taula 3. Exemples de síntesi de nanopartícules utilitzant diferents extractes.

## CONCLUSIONS

Amb aquesta proposta es pretén que els alumnes adquireixin coneixements sobre diferents aspectes de la Nanociència (com ara els mètodes de síntesi de nanopartícules i les seves propietats), que sintetitzin nanopartícules de plata a partir d'extracte de te verd i solucions de nitrat de plata, i que explorin les proporcions més adients per obtenir-ne. El material emprat és barat i no contaminant, de manera que se segueix un mètode sintètic més respectuós amb el medi ambient ("Síntesi Verda") en comparació amb aquells que utilitzen altres compostos químics per obtenir les nanopartícules. El total de polifenols i sucres presents en l'extracte de te actuen com a reductors i agents estabilitzants de les nanopartícules.

Han efectuat també la síntesi a diferents valors del pH. Han obtingut també (gràcies a la mesura de les nanopartícules) correlacions entre el pH i la seva mida. En la realització del treball han adquirit coneixements sobre espectroscòpia visible, havent adquirit habilitat en l'ús de l'espectrofotòmetre, i han treballat així mateix conceptes d'àcid-base i oxidació-reducció.

En cas de no disposar d'espectrofotòmetre, aquesta proposta es podria dur a terme en versió reduïda, fent únicament les activitats de les Sessions 1, 3 i 4. En aquest cas, la formació de

nanopartícules es podria inferir en base al canvi de color de les solucions.

## BIBLIOGRAFIA

- Bastos-Arrieta, J., Florido, A., Pérez-Ràfols, C., Serrano, N., Fiol, N., Poch, J., & Villaescusa, I. (2018). Green synthesis of Ag nanoparticles using grape stalk waste extract for the modification of screen - printed electrodes. *Nanomaterials*, 8 (11), 946.
- Jain, D., Daima, H. K., Kachhwaha, S., & Kothari, S. L. (2009). Synthesis of plant-mediated silver nanoparticles using papaya fruit extract and evaluation of their anti microbial activities. *Digest journal of nanomaterials and biostructures*, 4(3), 557-563.
- Vilchis-Nestor, A. R., Sánchez-Mendieta, V., Camacho-López, M. A., Gómez-Espinosa, R. M., Camacho-López, M. A., & Arenas-Alatorre, J. A. (2008). Solventless synthesis and optical properties of Au and Ag nanoparticles using *Camellia sinensis* extract. *Materials letters*, 62(17-18), 3103-3105.
- Mittal, A. K., Chisti, Y., & Banerjee, U. C. (2013). Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts. *Biotechnology advances*, 31(2), 346-356

## Notes

- [1] Enllaç al treball de grau sobre nanopartícules de Co: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/18071>
- [2] Enllaços a la imatge i el vídeo per il·lustrar la resonància de plasmó superficial: <https://www.youtube.com/watch?v=s7iYjwYQmjM>
- [3] L'espectrofotòmetre visible que s'ha fet servir es troba al departament d'electricitat del INS Baix Empordà.
- [4] Enllaç a la presentació sobre els principis i funcionament d'un espectrofotòmetre: «Ciència entre Tots»: <https://www.cienciaentretots.cat/ca/les-experiencies/la-revista-d-experiencies/principis-i-funcionament-de-l-espectrofotometre-visible/>
- [5] L'analitzador de partícules que s'ha fet servir es troba al departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària (EQATA) de la Universitat de Girona.