

SÍNTESI I ESTUDI DE LES NANOPARTÍCULES D'OR I EL SEU ÚS CONTRA EL CÀNCER

Autors: Pol Coronado, Nando Enríquez, Òscar Gomis i Arnau Milà

Tutor: Alfons Huéscar

Curs: 4t ESO 2017-2018

ESCOLA GUINARDÓ

RESUM

Partint de l'interès en la ciència i la tecnologia, i com aquestes estan avançant tant últimament, s'ha plantejat fer una recerca i un estudi molt complet sobre les nanopartícules, les propietats d'aquestes, com s'obtenen, els àmbits en què es poden utilitzar i la relació que tenen amb el càncer. S'ha procedit a buscar quins materials eren necessaris per fer la síntesi de nanopartícules d'or en dissolució i quin era el procediment a seguir per tal de reproduir-lo posteriorment.

A partir d'aquesta recerca s'ha elaborat les nanopartícules seguint les indicacions correctes i amb l'ajut i vigilància del nostre tutor.

Finalment s'ha arribat a la conclusió de que la nanotecnologia té usos molt diversos i pot portar grans avenços i beneficis en l'àmbit de la medicina i que les nanopartícules són molt eficients gràcies a les seves propietats.

ABSTRACT

Based on the interest in science and technology, and as these are advancing so much lately, it has been proposed to do a more complete research and study about nanoparticles, the properties of these, how they are obtained, the areas in which these can be used and the relationship they have with cancer. Next it is important to look for what materials are necessary to make the synthesis of gold nanoparticles in a solution and then to identify the best procedure that can then be reproduced later. Based on this research, the nanoparticles have been developed following the correct instructions and with the help and supervision of our tutor.

Finally, it has been concluded that nanotechnology has very different uses and can bring great advances and benefits in the field of medicine, and that nanoparticles are very efficient thanks to their properties.

AGRAÏMENTS

Aquest treball s'ha pogut realitzar gràcies a l'ajuda de persones que ens han orientat, ens han corregit els errors que teníem, ens han facilitat materials per a poder realitzar el nostre treball de camp i han fet suggeriments i propostes per a millorar el nostre contingut.

Agraïm al nostre tutor l'Alfons Huéscar el seu seguiment, les correccions que ens ha anat fent i els consells que ens ha anat donant durant tot el treball. També ha sigut una peça clau alhora de fer el treball de camp degut a la seva gran implicació en aquest.

A la Gemma Barrantes que ens ha guiat durant tot el treball, ens ha donat informació, ens ha facilitat els productes necessaris per a fer la part pràctica i ens va ajudar molt a l'inici que era quan estàvem més perduts i més ajuda necessitàvem.

I per finalitzar, volem agrair a la Núria Abad Garcia, mare d'un component del grup, el seu interès en ajudar-nos a millorar el treball i per deixar-nos casa seva per treballar.

TAULA DE CONTINGUTS

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | Introducció a les nanopartícules | 9 |
| 1.2. | Les nanopartícules..... | 9 |
| 1.3. | Principals propietats de les nanopartícules..... | 10 |
| 1.3.1. | Principals propietats físiques de les nanopartícules | 10 |
| 1.3.1.1. | Propietats físiques i òptiques de nanopartícules | 11 |
| 1.4. | Síntesi de nanopartícules..... | 12 |
| 1.4.1. | Top-Down..... | 12 |
| 1.4.2. | Bottom-Up. | 13 |
| 1.4.3. | Sol-Gel | 13 |
| 1.4.4. | Col·loides | 14 |
| 1.4.5. | Reducció fotoquímica i radioquímica..... | 15 |
| 1.5. | Applications of nanoparticles in different fields | 15 |
| 1.5.1. | Medicine | 15 |
| 1.5.2. | Technology | 16 |
| 1.5.3. | Energy | 16 |
| 1.5.4. | Consumer goods | 16 |
| 1.5.5. | Nutrition | 17 |
| 2. | Nanomaterials | 17 |
| 2.1. | Classificació dels nanomaterials | 17 |
| 2.1.1. | Segons el nombre de dimensions | 17 |
| 2.1.1.1. | Una dimensió | 17 |
| 2.1.1.2. | Dues dimensions..... | 18 |
| 2.1.1.3. | Tres dimensions | 19 |
| 2.1.2. | Segons la mida..... | 21 |
| 2.1.2.1. | Superfícies nanotexturitzades | 21 |

| | |
|--|----|
| 2.1.2.2. Nanotubs | 21 |
| 2.1.2.3. Nanopartícules | 22 |
| 2.1.3. Segons el moment en que van sorgir | 22 |
| 2.1.3.1. Primera generació | 22 |
| 2.1.3.2. Segona generació | 22 |
| 2.2. Nanopartícules d'or | 22 |
| 2.2.1. Introducció de l'or | 22 |
| 2.2.1.1. Propietats fisicoquímiques de l'or | 22 |
| 2.2.1.2. Aplicacions de l'or | 23 |
| 2.2.2. Nanopartícules d'or | 23 |
| 2.2.3. Aplicacions terapèutiques de les nanopartícules d'or | 25 |
| 2.2.3.1. Alliberament de fàrmacs i de macromolècules terapèutiques..... | 25 |
| 2.2.3.2. Teràpia contra el càncer | 25 |
| 2.3. Aplicacions dels nanomaterials en la medicina | 26 |
| 2.3.1. Prevenció | 26 |
| 2.3.2. Diagnòstic..... | 27 |
| 2.3.3. Teràpia | 28 |
| 2.3.4. Diagnòstic / teràpia..... | 28 |
| 2.3.4.1. Dendrímers..... | 29 |
| 2.3.4.2. Nanoshells..... | 29 |
| 3. Càncer | 29 |
| 3.1. Quan es produeix el càncer | 30 |
| 3.1.1. Radiació | 30 |
| 3.1.2. Substàncies cancerígenes | 31 |
| 3.2. Tipologia del càncer:..... | 31 |
| 3.2.1. Carcinoma | 31 |

| | |
|---|----|
| 3.2.1.1. Adenocarcinoma | 31 |
| 3.2.1.2. Carcinoma escamós:..... | 31 |
| 3.2.1.3. Carcinoma basal..... | 31 |
| 3.2.2. Melanoma..... | 32 |
| 3.2.3. Sarcoma | 32 |
| 3.2.4. Leucèmia..... | 32 |
| 3.2.5. Limfoma..... | 33 |
| 3.2.6. Mieloma..... | 33 |
| 3.2.7. Tumor cerebral | 33 |
| 3.2.8. Altres càncers..... | 33 |
| 3.3. Càncers més comuns anomenats per l'òrgan afectat | 33 |
| 3.3.1. Càncer de pulmó (de cèl·lules no petites) | 33 |
| 3.3.2. Càncer de pròstata..... | 34 |
| 3.3.3. Càncer de còlon | 34 |
| 3.4. Tractaments contra el càncer..... | 34 |
| 3.4.1. Cirurgia..... | 34 |
| 3.4.2. Radioteràpia | 34 |
| 3.4.3. Quimioteràpia | 35 |
| 3.4.4. Immunoteràpia | 35 |
| 3.4.5. Teràpia hormonal | 36 |
| 3.4.6. Trasplantament de cèl·lules mare | 36 |
| 3.5. Tractaments contra el càncer amb l'ús de nanopartícules | 36 |
| 3.5.1. Hipertèrmia mesurada magnèticament..... | 36 |
| 3.5.2. Nanopartícules de silici..... | 37 |
| 3.5.3. Administració del fàrmac doxtoacel mitjançant nanopartícules . | 38 |
| 3.5.4. Nanotubs de carboni | 39 |
| 3.5.5. Nanopartícules amb propietats fluorescents | 40 |

| | |
|---|----|
| 3.5.6. Tractament amb l'ús de nanopartícules d'or..... | 41 |
| 4. Síntesi de nanopartícules d'or | 42 |
| 4.1. Síntesi de nanopartícules d'or en dissolució a partir d'àcid cloroàuric (HAuCl ₄) i citrat de sodi (Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇)..... | 42 |
| 5. Conclusions | 44 |
| 6. Webgrafia | 45 |
| 7. Annexos..... | 54 |
| Annex I: PLANIFICACIÓ:..... | 54 |
| Annex II: DIARI DE RECERCA..... | 55 |
| Annex III: IL·LUSTRACIONS DE NANOMATERIALS DE DIFERENT NÚMERO DE DIMENSIONS: | 59 |
| Annex IV: PRÀCTICA EN LA QUE ENS HEM BASAT PER FER EL NOSTRE PROPI PROCEDIMENT | 60 |
| Annex V: MÈTODE D'OBTENCIÓ DE NANOPARTÍCULES D'OR A PARTIR D'ÀCID CLOROÀURIC UTILITZANT CITRAT DE SODI COM A REDUCTOR:..... | 61 |
| Annex VI: MATERIAL PER LA PRÀCTICA..... | 63 |
| Annex VII: CÀLCULS PER OBTENIR LA CONCENTRACIÓ DELS REACTIUS EN DISSOLUCIÓ..... | 63 |
| Annex VIII: NOTÍCIA SOBRE NOU TRACTAMENT CONTRA EL CÀNCER USANT NANOPARTÍCULES:..... | 65 |

INTRODUCCIÓ

Aquest treball consisteix a donar a conèixer al lector què són les nanopartícules, estudiant les seves propietats i aplicacions. En concret, en centrarem en l'ús de nanopartícules en el tractament contra el càncer i més en concret, en les nanopartícules d'or.

La motivació per realitzar aquesta investigació han sigut les constants qüestions que ens realitzàvem els membres del grup per conèixer què és exactament la nanociència, quines són aquestes característiques que tenen els nanomaterials o les nanopartícules que fan que s'estudiïn tant i siguin tant importants en la ciència actual i per últim, quines són les seves aplicacions en l'àmbit medicinal, ja que havíem llegit articles on es parlava de l'aplicació de la nanotecnologia en l'àrea mèdica.

Degut a que és tant gran l'aplicació de la nanotecnologia en l'àmbit mèdic i hi ha tants tipus de nanopartícules que s'utilitzen, hem decidit centrar la investigació concretament en les nanopartícules d'or i el seu ús contra el càncer.

El principal objectiu d'aquest treball ha estat la realització d'una síntesi de nanopartícules d'or. També, a través de la recerca, conèixer quina és la aplicació d'aquestes nanopartícules en la cura del càncer.

OBJECTIUS:

1. Aprendre quin és el significat de “nanopartícules”.
2. Descobrir els usos de les nanopartícules.
3. Estudiar el seu funcionament.
4. Saber quins són els materials que es solen passar a escala nano.
5. Assolir els coneixements suficients per distingir les propietats d'una nanopartícula de les d'una macro.
6. Entendre què és el càncer, què produeix, quins tipus hi ha i com es cura.

Per poder realitzar aquest objectiu, vam fer una recerca sobre com podríem produir nanopartícules d'or en les condicions d'un laboratori escolar. Vam trobar

una manera que és la que finalment hem utilitzat en que necessitàvem dos reactius que no teníem a la nostra escola i vam haver de comprar. Vam voler començar pensant en el treball de camp ja que volíem que el nostre treball anés totalment enfocat a la part experimental i que aquesta fos la més important de tot el treball de recerca. Ja que era el que més ens interessava a tots.

Però, no ens vam oblidar que havíem de conèixer el “món” de les nanopartícules ja que segons el nostre pensament, no podíem fer una síntesi de nanopartícules d'or si no sabíem quina era la seva aplicació pràctica. Per això, vam realitzar una profunda recerca documental per conèixer que eren les nanopartícules i per aprendre el màxim possible sobre aquestes.

Llavors, un cop realitzada la cerca documental i conegudes totes les propietats, el comportament de les nanopartícules i les seves aplicacions en la cura del càncer, ens vam disposar a realitzar la síntesi. Ho vam fer en aquest ordre ja que així podríem comprovar amb els nostres propis ulls, totes les propietats que havíem après sobre les nanopartícules en la cerca documental.

A l'inici de la memòria d'aquesta recerca està descrit el concepte de nanopartícules i quines són les seves propietats, els diferents mètodes que existeixen per la síntesi de nanopartícules i les aplicacions d'aquestes a diferents àmbits. Tot això seria dins del capítol 1.

Tot seguit, hi ha l'explicació del concepte de nanomaterial i la seva classificació segons diferents aspectes i també l'aplicació d'aquests nanomaterials a la medicina. Dins d'aquest punt, també ens hem centrat amb l'or, com són les seves nanopartícules i sobre quines són les aplicacions d'aquestes ja que el nostre treball va molt enfocat a les nanopartícules d'or. Això està dins del capítol 2.

Després, ens hem centrat en el càncer i hem descrit sobre que tracta, els diferents tipus que hi ha per entendre què és exactament ja que molta gent pensa que sap exactament el que és però hi ha moltes coses que desconeixem sobre aquest. També hem descrit els tractaments contra el càncer sense

nanopartícules i després amb l'ús de nanopartícules per així poder comparar l'un amb l'altre. Això dins del capítol 3.

Després, en el capítol 4 hem explicat més detalladament com es realitza la síntesi de nanopartícules d'or.

Per últim, hem explicat les conclusions extretes després de mesos de recerca sobre les nanopartícules i la medicina, que estem segurs que en un futur pròxim serà el més utilitzat en aquest camp i en molts altres, ja que les seves propietats i les seves aplicacions són realment impressionants.

1. Introducció a les nanopartícules

La nanotecnologia és l'estudi i la manipulació de substàncies a escala nano (1×10^{-9}).

Treballar amb substàncies a escala nano permet canviar l'estructura molecular i atòmica de la substància per tal de crear noves propietats. La nanotecnologia actualment està en desenvolupament, però s'està començant a utilitzar en molts àmbits com l'enginyeria, la física, la química, la medicina...

1.2. Les nanopartícules

Una nanopartícula és un cos que té una dimensió igual o menor a 100 nanòmetres, l'equivalent a una mil milionèsima part d'un metre (10^{-9} metres).

Totes partícules estan qualificades per el seu diàmetre. Existeixen 3 tipus de partícules:

- Les partícules ultrafines: Són les partícules entre 1 i 100 nanòmetres de mida. Són les que denominem nanopartícules.
- Les partícules fines: Són les partícules que tenen una mida entre 100 i 2500 nanòmetres de mida.
- Les partícules gruixudes: Són les partícules entre 2500 i 10000 nanòmetres de mida.

1.3. Principals propietats de les nanopartícules

Els materials a gran escala, tenen propietats físiques constants sense importar la seva mida. Això no passa amb les nanopartícules, que habitualment la seva mida determina les seves propietats físiques i químiques. Per tant, les propietats dels materials varien a mesura que la seva mida s'apropa a la escala nano i a mesura que la quantitat d'àtoms en la superfície de la partícula és més gran.

1.3.1. Principals propietats físiques de les nanopartícules

Les nanopartícules són úniques per la seva gran àrea de superfície relativa.

La relació entre l'àrea de superfície i el volum d'una esfera de diàmetre d , és $6/d$. A mesura que disminueix el seu diàmetre, augmentarà la seva àrea superficial relativa. En les nanopartícules amb un diàmetre menor de 100nm, la seva àrea superficial relativa serà molt elevada, i poden arribar a superar els 400 m² per cada gram de massa de la nanopartícula.

En les nanopartícules, generalment, el punt de fusió disminueix com a conseqüència de la seva gran àrea de superfície i d'un major nombre d'àtoms a la superfície. Això afecta al volum de la nanopartícula. Els àtoms de la superfície necessiten menys energia per moure's perquè hi ha menys àtoms a l'interior de la nanopartícula i per tant necessiten menys energia per vèncer les forces intermoleculars d'atracció. Tot això fa que el punt de fusió disminueixi.

Alguns exemples de les propietats físiques de les nanopartícules són:

- El color: Les nanopartícules d'or i silici són de color vermell, cosa que no succeeix amb les de mida normal.
- Bloqueig de rajos UVA: Les nanopartícules d'òxid de zinc tenen propietats superiors de bloqueig de rajos UVA en comparació amb les de gran escala. Aquesta és una de les raons per les que sovint es fa servir en la preparació de locions de protecció solar.
- L'absorció de la radiació solar: En les plaques fotovoltaïques, és molt més gran l'absorció de la radiació solar en les nanopartícules que en les làmines contínues; ja que les partícules són més petites i degut a la seva gran àrea de superfície absorbeixen una major quantitat de radiació solar.

1.3.1.1. Propietats físiques i òptiques de nanopartícules

Les nanopartícules, sovint, també tenen propietats sorprenents, ja que són prou petites com per moure els seus electrons i produir efectes quàntics¹. Un exemple d'aquests efectes quàntics serien les propietats òptiques que posseeixen.

Les propietats òptiques de les nanopartícules d'alguns metalls com són: or, plata i els semiconductors, es produeixen per la interacció entre el plasmó² de la nanopartícula i l'ona electromagnètica que incideix en la nanopartícula, la llum natural o làser. Aquests àtoms del plasmó es mouen col·lectivament per l'efecte d'aquesta ona electromagnètica.

Aquesta propietat òptica es produeix com a conseqüència del canvi de l'estructura dels electrons, segons la grandària i la forma de la nanopartícula.

El color que obté una nanopartícula sobre la qual incideix un raig de llum blanca és de color blanc; si la nanopartícula absorbeix alguna longitud d'ona³, canviarà el color de la nanopartícula que percebem nosaltres i canviarà el color de la llum transmesa.

La longitud d'ona del plasmó, pot variar segons la mida i la forma de la nanopartícula.

¹ Efectes que sorgeixen quan la dimensió de la matèria és tan petita que es comença a notar efectes estranys com la impossibilitat de conèixer amb exactitud la posició d'una partícula o simultàniament la seva posició i velocitat, sense afectar la pròpia partícula.

² Conjunt d'electrons que es troben a la superfície de la nanopartícula.

³ Tota la variant de colors que porta la llum.

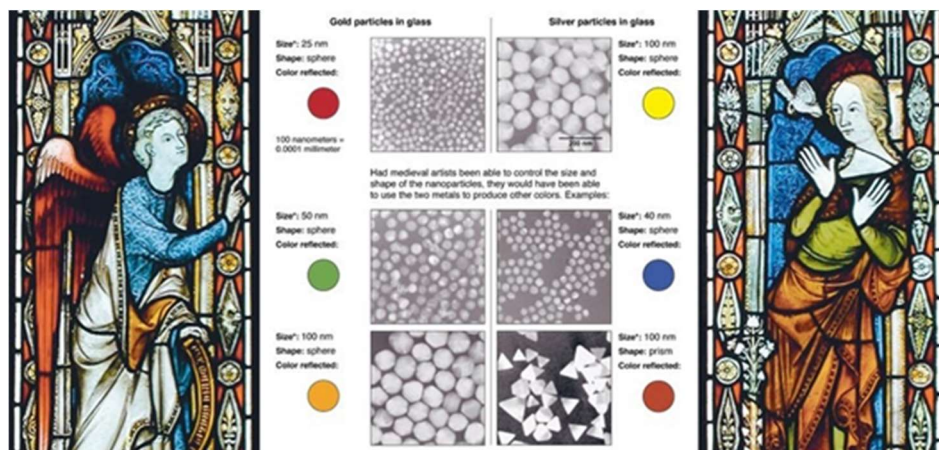


Figura 1 Colors de nanopartícules d'or i plata en un vitrall segons la seva mida i forma.

Per exemple, com podem observar a la Figura 1, el color vermell de les vidrieres de les catedrals es produeix quan les nanopartícules d'or que contenen els vidres són de la mida i les formes adequades, per absorbir els fotons corresponents de les longituds d'ona de la llum rebuda.

Segons la mida i la forma de la nanopartícula, absorbeix una determinada longitud d'ona i deixa passar les altres, cosa que fa que segons la mida i la forma de la nanopartícula percebem un color o un altre. Això es pot observar perfectament a la Figura 1.

1.4. Síntesi de nanopartícules.

Per a poder modificar l'estructura atòmica i molecular d'una substància aquesta s'ha de trobar a escala nano. Hi ha dos mètodes per a sintetitzar substàncies a escala nano: top-down i bottom-up.

1.4.1. Top-Down

La tècnica top-down comença amb una gran quantitat d'una substància que es troba a escala microscòpica o que es pot veure a escala humana i aquesta quantitat de material es redueix per a poder obtenir substàncies d'una dimensió més petita. Els mètodes top-down utilitzen una sèrie de passos per arribar a la reducció de la dimensió de la substància, aquests passos acostumen a ser mètodes òptics o fotoligràfics. En els mètodes òptics el material es talla amb eines específiques, es mol o es ratlla la superfície per obtenir la mida del material que es necessita. Per ratllar la superfície del material s'utilitza un microscopi de

sonda de força atòmica, que es capaç de ratllar la superfície del material amb una punta feta de platí-iridi.

Els mètodes fotoligràfics consisteixen en construir una fotomàscara(patró que es vol dibuixar a la superfície del material amb el que es treballa). El patró es dibuixa a la superfície del material irradiant la fotomàscara amb llum ultraviolada.

1.4.2. Bottom-Up.

La tècnica bottom-up comença amb substàncies a escala atòmica, i mitjançant un procés d'autoensamblatge aconseguir crear nanopartícules a escala molecular molt ben organitzades. L' autoensamblatge no requereix quasi intervenció d'especialistes, perquè gràcies a la seva naturalesa les nanopartícules s'adhereixen entre si i consoliden les estructures que es desitgen. Per a poder dur a terme l'autoensamblatge s'han d'ajustar les condicions a les que es troben les nanopartícules per així facilitar el procés, aquesta és l'única intervenció humana que requereix el procés d'autoensamblatge, la resta del procés forma part de la pròpia biologia de les nanopartícules.

En els mètodes bottom-up també es poden utilitzar microscopis de sonda, són microscopis capaços de moure àtoms i molècules per crear les nanopartícules que es volen aconseguir, però aquests microscopis només s'utilitzen si els àtoms no són capaços de forma nanopartícules per si sols, és a dir, que no són capaços d'organitzar-se per si mateixos.

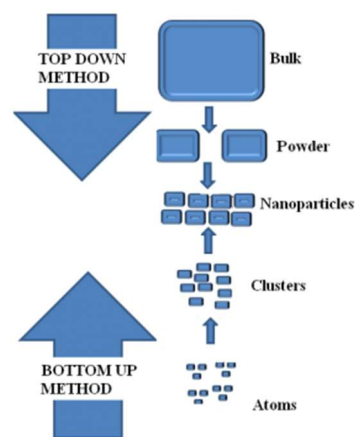


Figura 2 Esquema gràfic del funcionament de les tècniques top-down i bottom-up.

1.4.3. Sol-Gel

El procés sol gel és un mètode químic que permet fabricar materials nanoestructurats de forma senzilla, s'utilitzen processos que no necessiten altes temperatures. També s'utilitza perquè el material resultant té una alta puresa i homogeneïtat.

Per obtenir nanopartícules utilitzant el mètode sol-gel, primer necessitem una dissolució química (sol) que acostuma a tenir alcòxids⁴ metàl·lics i clorurs metàl·lics. A aquesta dissolució pateix unes reaccions d'hidròlisi⁵ i policondensació⁶ per formar una dispersió col·loïdal.

Després d'una polimerització lenta, la dispersió col·loïdal es transforma en un gel. El dissolvent del gel es queda atrapat per les partícules del gel i així els polímers no deixen que el dissolvent es separi. La deshidratació parcial del gel fa que es creï un residu sòlid elàstic anomenat "xerogel". Aquest sòlid, finalment, és deshidratat completament i després tractat amb calor per a obtenir un material nanoestructurat.

1.4.4. Col·loides

Els col·loides són partícules individuals, que són més grans que les dimensions atòmiques, però són suficientment petites com per tenir un moviment brownià (és un moviment aleatori que tenen les partícules que es troben en un medi fluid, líquid o gas, a causa del xoc amb les molècules del fluid).

Si les partícules són prou grans, es donarà el fenomen de sedimentació, si són prou petits per ser col·loides, llavors el seu moviment irregular es dona pel xoc dels col·loides amb les molècules del fluid. La mida de les partícules en una dissolució col·loïdal acostuma a estar en el rang de nanòmetres, per això el mètode col·loïdal és un mètode eficient de producció de nanopartícules.

El mètode consisteix en dissoldre una sal del material que es vol obtenir, un reductor i un estabilitzant en una fase dispersant (acostuma a ser un líquid). La mida i la forma de les nanopartícules poden ser controlades variant la concentració de reductor i estabilitzant en la dissolució o variant la naturalesa del medi dispersant.

⁴ Grup orgànic enllaçat a un àtom d'oxigen carregat negativament

⁵ Reacció química entre una molècula d'aigua i una altra molècula, on els àtoms de la molècula d'aigua es divideixen i es formen nous enllaços i noves molècules.

⁶ Procés de polimerització on diferents substàncies reaccionen per crear un o més monòmers, els quals s'uniran entre si per formar un dímer, que per reacció amb altres monòmers o dímers (o trímers, o tetràmers ...) donarà a lloc a un polímer. Es perden àtoms al fer la polimerització.

1.4.5.Reducció fotoquímica i radioquímica

La reducció fotoquímica (fotòlisi) i la radicació-química (radiòlisi) es diferencien pel nivell d'energia que utilitzen. La síntesi fotoquímica utilitza energies per sota de 60 eV, mentre que la radiòlisi utilitza energies de 103-104 eV⁷.

Els mètodes de reducció fotoquímica i radioquímica tenen avantatges sobre el mètode de reducció química perquè aquests mètodes produeixen nanopartícules d'alta puresa ja que no tenen les impureses que es creen quan s'utilitzen reductors químics. A més, la reducció fotoquímica i radioquímica permeten produir nanopartícules en condicions d'estat sòlid i a baixes temperatures.

La reducció fotoquímica en solució s'utilitza normalment per sintetitzar nanopartícules de metalls nobles.

1.5. **Applications of nanoparticles in different fields**

Nanoparticles can be used in different fields:

1.5.1.Medicine

Some examples of the application of nanoparticles to medicine are to do:

- Antibacterial creams (silver nanoparticles are used).
- Biocompatible coatings for implants (nanoparticles of CaCO₃ - Calcium Carbonate are used).
- Biosensors (nanoparticles of metal oxides and polymers, and nanotubes are used).
- Bone growth promoters.
- Fungicides - To eliminate fungi. (Nanoparticles of ZnO - Zinc Oxide and Cu₂O - Copper Oxide are used).
- Magnetic resonance to detect tumours (Fe₂O₃ - Iron oxide (III) nanoparticles are used
- Localization of cancer cells (QDs - Quantum dots are used)

⁷ Unitat d'energia.

- Medicine liberator (Dendrimers are used)

1.5.2. Technology

Some examples of the application of nanoparticles to technology are:

- Optical fibres (Silicon nanoparticles are used)
- Electronic circuits (Cu - Copper and Al - Aluminium nanoparticles are used)
- Magnetic particles for high density data storage (Fe - Iron nanoparticles are used)
- Optoelectronic devices (Gd₂O₃ - Gadolinium oxide and Y₂O₃ - Itri oxide nanoparticles are used)
- Flexible electronic devices (polymers nanoparticles and graphene nanoparticles are used)

1.5.3. Energy

Some examples of the application of nanoparticles to energy are:

- Hydrogen storage (Metallic hydride and graphene nanoparticles are used)
- Environmental catalysis (TiO₂ nanoparticles are used - Titanium oxide)
- Super capacity (Nanoparticles are used that supply a large amount of energy in a short time)

1.5.4. Consumer goods

Some examples of the application of nanoparticles to consumer products are:

- Additives in paint against grinding (Are used: aluminium nanoparticles, aluminium oxide and TiO₂, Titanium oxide)
- Coating of crystals (TiO₂ nanoparticles are used - Titanium oxide)
- Body creams with antioxidant vitamins (nanocapsules are used)
- Solar Crudes (ZnO nanoparticles are used - Zinc oxide and TiO₂ - Titanium oxide)
- Repellents of spots and water (polymer nanoparticles are used)

1.5.5. Nutrition

Some examples of the application of nanoparticles to nutrition products are:

- Water treatment (using TiO₂ nanoparticles - Titanium Oxide).
- Controlled release of herbicides and pesticides.
- Flavour and colour enhancers in food and drinks.
- Materials for food packaging.
- Detection of pathogens⁸ in food.

2. Nanomaterials

La nanotecnologia té com a base objectes i materials de mida molt reduïda. Els nanomaterials, són un producte de la nanotecnologia que va adquirint cada cop més importància. Aquests, contenen nanopartícules, d'una mida que no supera els 100 nanòmetres almenys en una dimensió.

Tenen propietats molt diferents a els de gran escala degut a la seva àrea de superfície, el pes i l'aparició d'efectes quàntics, entre altres propietats.

2.1. Classificació dels nanomaterials

Els nanomaterials es poden classificar segons el número de dimensions que tenen, segons la mida i el moment en el que van sorgir.

2.1.1. Segons el nombre de dimensions

Existeixen tres nombres de dimensions: (a l'annex III hi ha il·lustracions de nanomaterials vists des de diferents dimensions).

2.1.1.1. Una dimensió

Dins d'aquest grup s'inclouen pel·lícules primes (films), també, s'inclou el circuit de xips d'ordinador. Les nanopartícules d'una dimensió s'utilitzen en electrònica, química i enginyeria. Contenen pocs àtoms i molècules.

⁸ It is an agent that causes an illness.

2.1.1.2. Dues dimensions

Nanotubs de carboni

Estan formats per xarxes hexagonals de carboni corbades i tancades, com es pot veure a la Figura 3 que formen tubs de carboni a escala nanomètrica. Són sistemes lleugers, buits i porosos⁹ que tenen una gran resistència mecànica, i per això són bons per reforçar l'estructura de materials i formar materials compostos de baix pes, gran resistència a la tracció i molta elasticitat.

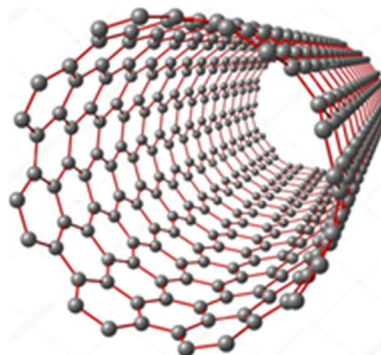


Figura 3 Nanotub de carboni

Algunes de les aplicacions més interessants dels nanotubs de carboni són:

- Tractament contra el càncer.
- Cura d'ossos.
- Ascensors espacials.
- Millores de cèl·lules solars.

Nanotubs inorgànics

Són semblants als nanotubs de carboni però, pesen més que aquests i també, els nanotubs inorgànics, són particularment forts sota compressió, cosa que fa que s'utilitzi molt en qualsevol àrea relacionada amb la resistència d'impacte, com per exemple en armilles a prova de bales.

Nanocables

Estan formats per nanopartícules de materials inorgànics, com el silici, nitrat de gal·li i fosfat d'indi, que s'ajunten com una reixeta. Degut a les seves propietats òptiques, magnètiques i elèctriques formen la base dels circuits digitals a escala nano (circuits que manegen la informació en forma binària, és a dir, amb valors de "1" i "0").

Les aplicacions dels nanocables són en transport i emmagatzematge d'energia, electrònica i òptica.

⁹ Tenen forats a la capa exterior.

Nanofibres

Són fibres amb un gruix de més de cent nanòmetres que poden fabricar-se a partir de polímers orgànics (polímers que tenen una cadena principal d'àtoms de carboni) o sintètics (plàstics).

La baixa densitat i elevat volum dels porus fan aquests materials apropiats per a dispositius biomèdics com el sistema d'alliberament controlat de fàrmacs o l'obtenció de cosmètics.

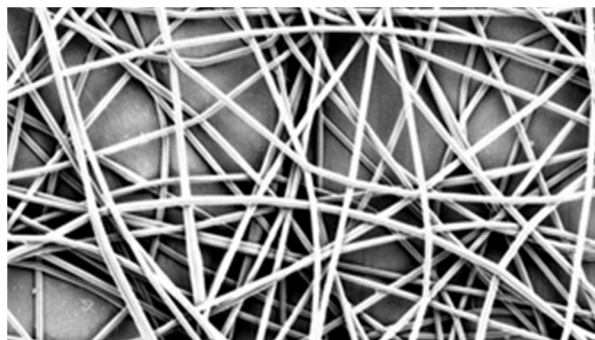


Figura 4 Nanofibres

Biopolímers

Són macromolècules que influeixen en els éssers vius, en especial als humans. Afavoreixen a una sèrie d'aplicacions mèdiques, clíniques i farmacèutiques que estan en augment.

Nanoporus

Són porus nanomètrics de materials sòlids i porus a escala nano formats per proteïnes o nanotubs que es troben en membranes formades per lípids, per exemple. La mida, forma i uniformitat dels nanoporus es pot controlar.

2.1.1.3. Tres dimensions

Nanopartícules

Són partícules amb un diàmetre menor de 100 nanòmetres. El que les diferencia de les partícules del mateix material però d'una mida més gran, és que tenen noves propietats o propietats més fortes relacionades amb la mida. Actualment, és una de les aplicacions més immediates de la nanotecnologia.

Ful·lerè

La molècula de ful·lerè, està formada per 60 àtoms de carboni, cadascun enllaçat a altres tres carbonis. Tots, formen dos hexàgons i un pentàgon que fan una estructura tancada, com podem observar a la Figura 8. Aquest grup de molècules té unes propietats excepcionals, com per exemple:

- Per destruir-les es necessiten temperatures superiors a 1000°C.

- Són molt electronegatives i formen enllaços amb àtoms donadors d'electrons.
- La seva forma tancada i simètrica els aporta una gran resistència de fins a 3000 atmosferes.

El que més destaca de les propietats d'aquestes molècules és que la geometria tridimensional és molt simètrica. Per exemple, la molècula de ful·lerè C₆₀, la més coneguda, té una forma idèntica a la d'un pilota de futbol.

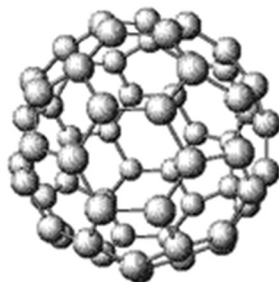


Figura 5 Molècula C₆₀ de ful·lerè.

Dendrímers i polímers dendrítics.

Són molècules sintètiques de tres dimensions que es formen amb un procés de fabricació a nanoescala.

Els dendrímers formen part dels polímers, que són macromolècules formades per la unió amb enllaços covalents d'un o més monòmers (molècules de petita massa molecular que estan units a altres monòmers, per mitjà d'enllaços químics).

La diferència entre els polímers lineals i els dendrítics és que la distribució de les molècules que formen els polímers lineals és aleatòria, no es pot controlar. Però en canvi, els dendrímers, tenen estructura química precisa, on els enllaços químics entre els àtoms es poden conèixer amb exactitud ja que han estat construïts a partir d'un monòmer. Per fer-ho, s'han anat afegint noves branques pas a pas fins que s'ha creat una estructura d'arbre, com es pot observar a la Figura 7.

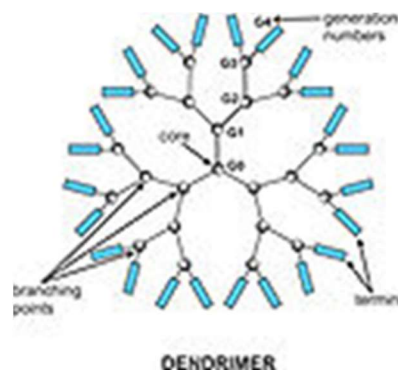


Figura 6 Dendrímer.

Gràcies a aquesta estructura d'arbre, les molècules es poden acoblar i poden ser transportades. Aquestes molècules que poden ser des d'agents terapèutics fins a molècules fluorescents.

Punts quàntics

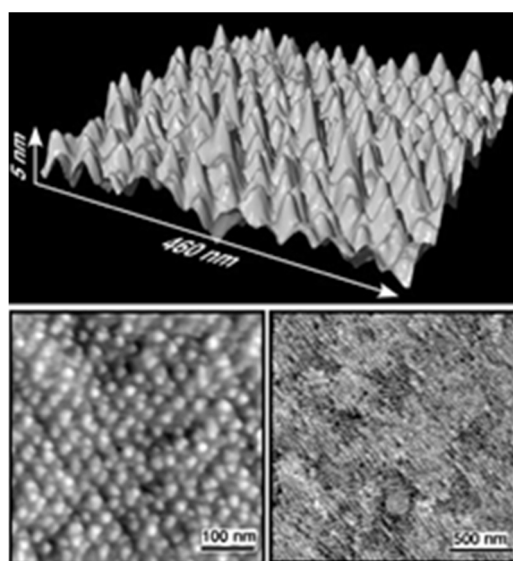
Són vidres de mida nanomètrica formats per materials semiconductors, com el cadmi i el seleni, que quan s'estimulen, emeten llum fluorescent. La longitud d'ona i el color que emeten depèn de la mida del vidre.

2.1.2. Segons la mida

Es poden classificar en diferents mides:

2.1.2.1. Superfícies nanotexturitzades

Tenen una única dimensió i el gruix de la seva superfície està entre 0,1 i 100 nanòmetres.



Tres vistas de una superficie siliconada nanotexturizada

Figura 7 Superficie nanotexturizada.

2.1.2.2. Nanotubs

Són de dues dimensions, tenen un diàmetre entre 0,1 i 100 nanòmetres. Estan compostos de carboni. Són regulars i simètrics.

2.1.2.3. Nanopartícules

Són esfèriques i per això tenen tres dimensions. Tenen una mida entre 0,1 i 100 nanòmetres en cada dimensió.

2.1.3. Segons el moment en que van sorgir

2.1.3.1. Primera generació

Aquesta aplicació primerenca va permetre el desenvolupament de sistemes implicats en la formulació de medicaments que alliberen el principi actiu (substància utilitzada en la fabricació d'un medicament) de manera més efectiva i segura. Alguns exemples d'aquesta primera generació de nanodispositius són els liposomes, partícules d'òxid de ferro per la ressonància magnètica, nanopartícules de plata, entre d'altres.

2.1.3.2. Segona generació

Sorgeix gràcies als grans avenços en l'enginyeria molecular que permeten dissenyar, alliberar, visualitzar el principi actiu i augmentar l'eficàcia del medicament. En aquesta generació hi ha: nanosensors, nanotubs, nanoporus, nanocristalls o punts quàntics, nanoesferes, nanocàpsules, nanopartícules, dendrímers i nanoshells.

2.2. Nanopartícules d'or

2.2.1. Introducció de l'or

L'or és un element químic de nombre atòmic 79 situat al grup 11 de la taula periòdica. El seu símbol és Au. L'or és un metall de transició tou, brillant, groc, pesant, mal·leable, dúctil i que no reacciona amb la majoria de productes químics.

2.2.1.1. Propietats fisicoquímiques de l'or

L'or és el metall més mal·leable i dúctil que es coneix. Es tracta d'un metall molt dens ($19,30 \text{ g/cm}^{-3}$), amb un alt punt de fusió ($1.064,18 \text{ }^{\circ}\text{C}$), és molt bon conductor de la calor i de l'electricitat, i té una alta resistència a l'alteració química per part de l'aire, la calor, la humitat i la majoria de substàncies corrosives.

2.2.1.2. Aplicacions de l'or

L'or s'utilitza en la joieria i per a la fabricació de monedes. A causa de les seves propietats fisicoquímiques l'or s'utilitza en la indústria i en l'electrònica.

Altres aplicacions:

- L'or pot formar fortes amalgames¹⁰ que de vegades s'utilitzen en empastats dentals.
- Les nanopartícules d'or s'estan estudiant en molts laboratoris amb fins mèdics i biològics. També s'utilitza com a pintura daurada en ceràmiques.
- L'àcid cloroàuric es fa servir en fotografia.
- L'isòtop d'or ^{198}Au , s'utilitza en alguns tractaments de càncer i altres malalties.
- S'utilitza com a recobriment protector en molts satèl·lits perquè és un bon reflector de la llum infraroja.

2.2.2. Nanopartícules d'or

Les nanopartícules d'or són de color vermell però en canvi l'or a escala macroscòpica és de color groc brillant.

L'or a escala macroscòpica és brillant perquè quan la llum arriba a l'element, aquesta no és absorbida i per tant rebota en totes direccions fins arribar als nostres ulls, això és degut als electrons lliures que té el metall que fan d'escorça i no deixen penetrar la llum. És groc perquè no tots els electrons són lliures, per tant una mica de llum sí que passa i s'absorbeix ones d'una longitud determinada i unes altres les rebutja, per tant aquestes ones rebutjades, quan arriben als nostres ulls fan que veiem aquell objecte d'un determinat color.

Cada color té una longitud d'ona específica, depenent de com sigui la longitud de l'ona de llum que ens arriba als ulls veurem un color o un altre. Les nanopartícules d'or tenen diferents colors depenent de la seva mida. Quant més petites són, més vermell és el seu color. Quan l'or està a una escala nano mètrica

¹⁰ Mescla homogènia de dos o més metalls quan un d'aquests metalls és el mercuri.

la llum és capaç de penetrar-lo, i tots els electrons comencen a moure's de manera oscil·latòria (cap a un costat i cap a l'altre) al ritme que els hi marca l'ona de llum. Per a cada mida de nanopartícula hi ha una determinada longitud d'ona de llum que fa que aquest moviment oscil·latori augmenti molt més. Quan això passa, la llum corresponent s'absorbeix i veiem la nanopartícula del color que correspon a la longitud d'ona de llum que ens arriba als ulls. En la fotografia següent es veu com el color de les nanopartícules d'or canvi segons la seva mida.

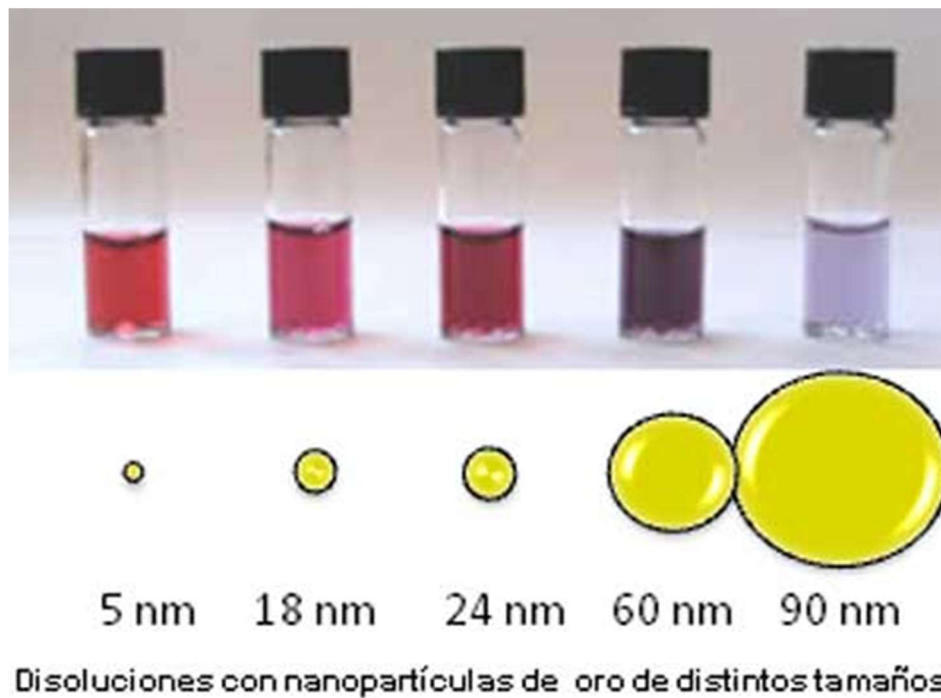


Figura 8 Relació entre el color de la dissolució amb la mida de les nanopartícules que la formen.

Les nanopartícules d'or tenen unes excel·lents propietats físiques, químiques i biològiques. També tenen unes propietats fototèrmiques que quan són sotmeses a llum làser desprenen calor. Tenen una molt baixa toxicitat i una elevada biocompatibilitat.

2.2.3. Aplicacions terapèutiques de les nanopartícules d'or

Les nanopartícules d'or tenen diferents aplicacions terapèutiques:

2.2.3.1. Alliberament de fàrmacs i de macromolècules terapèutiques

Estudis recents confirmen el gran potencial de les AuNPs (nanopartícules d'or) en l'elaboració de nano transportadors de fàrmacs i macromolècules terapèutiques.

Les AuNPs també són útils en la preparació de «sistemes intel·ligents» que alliberen la molècula terapèutica o el fàrmac encapsulat a causa d'un estímul intern (alliberament a causa d'un canvi de pH o alliberament a causa d'un procés d'intercanvi de glutatió¹¹ entre cèl·lules per la superfície de la nanopartícula) o externs (alliberament provocat per una font de llum làser).

2.2.3.2. Teràpia contra el càncer

Les nanopartícules d'or, per combatre el càncer es poden dirigir cap a les cèl·lules canceroses i llavors se li aplica de forma externa llum làser (la freqüència necessària per a que activi les nanopartícules d'or). Llavors les nanopartícules un cop arriben a les cèl·lules canceroses a causa de la llum làser poden deixar anar un fàrmac que actuï contra elles.

També el que es pot fer amb la llum làser és que s'escalfin, perquè abans ja hem dit que les nanopartícules quan reben llum làser a una freqüència determinada emeten calor. Amb aquesta calor el que es produeix és que les cèl·lules canceroses vagin morint. La llum làser que s'utilitza és molt baixa com per afectar a les cèl·lules sanes, sinó que només afecta a les nanopartícules.

Les nanopartícules d'or també poden ser usades per diagnosticar càncer. El que es fa és un anàlisi de sang amb nanopartícules d'or, perquè les nanopartícules d'or quan estan en contacte amb la sang el que passa és que hi ha proteïnes que s'enganxen a les nanopartícules. Es crea una corona de proteïnes que

¹¹ És una molècula formada per tres aminoàcids que actua com a antioxidant de les cèl·lules.

envolta les nanopartícules. Després, quan s'estudien les nanopartícules extretes de la sang, es veu que en la corona de proteïnes que s'ha format hi ha anticossos produïts per l'organisme per combatre el càncer, i la quantitat d'anticossos que hi ha en l'anàlisi d'una persona amb càncer és major que en el d'una persona que no en té.

També actualment s'utilitzen les nanopartícules d'or combinades amb l'anticòs cetuximab contra el càncer (Annex VIII).

2.3. Aplicacions dels nanomaterials en la medicina

Les àrees principals on els nanomaterials poden tenir major impacte són:

2.3.1. Prevenció

Es fa a través dispositius que poden identificar qualsevol indicatiu de la malaltia i en el moment que la identifiquen, alliberar agents capaços de revertir els canvis anteriors als malignes produïts en les cèl·lules, o eliminar les cèl·lules amb potencial maligne.

Les nanopartícules d'or, per exemple, poden ser usades per diagnosticar càncer. El que es fa és un anàlisi de sang amb nanopartícules d'or, perquè les nanopartícules d'or quan estan en contacte amb la sang el que passa és que hi ha proteïnes que s'enganxen a les nanopartícules. Es crea una corona de proteïnes que envolta les nanopartícules. Després, quan s'estudien les nanopartícules extretes de la sang, es veu que en la corona de proteïnes que s'ha format hi ha anticossos produïts per l'organisme per combatre el càncer. I la quantitat d'anticossos que hi ha en l'anàlisi d'una persona amb càncer és major que en el d'una persona que no en té.

2.3.2. Diagnòstic

Per fer aquest diagnòstic s'utilitzen els següents nanomaterials:

a) Nanocables

S'utilitzen com a sensors capaços de reconèixer gens de diferents partícules i transmetre la informació.

b) Nanocantilevers

Són barres flexibles enganxades a una barra final, com si fos una fila de trampolins, com podem observar a la Figura 10. Es dissenyen per a unir-se específicament a diferents molècules, com anticossos, capaços de detectar virus, bacteris, etc.

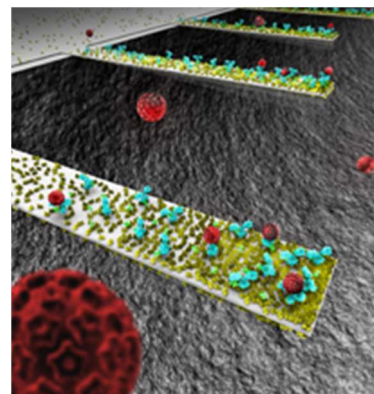


Figura 9 Exemple gràfic d'un nanocantilever.

c) Nanotubs

Són capaços de detectar la presència de gens alterats, com per exemple mutacions. Els nanotubs, juntament amb el seu carregament d'ADN, entren dins de la cèl·lula i aconsegueixen detectar la presència de mutacions. Aquests nanotubs, no fan mal a les cèl·lules perquè no desestabilitzen la membrana a penetrar-la.

d) Nanoporus

Gràcies als forats que tenen, permeten que el pas de cadenes d'ADN i registren la forma i propietats elèctriques de cadascuna d'aquestes cadenes. D'aquesta manera, el nanoporus poden llegir la seqüència de l'ADN i identificar canvis genètics que hi ha hagut.

e) Nanocristalls i punts quàntics

Es poden unir a un anticòs o a una altra molècula que es pot unir a una substància que ens interressi. Això els fa molt interessants com a marcadors¹². Serveix en diagnòstic de les molècules i citometria de flux¹³.

¹² Emeten una llum fluorescent que es detecta amb un microscopi de fluorescència.

¹³ Tècnica d'anàlisi cel·lular que es basa en fer passar les cèl·lules alineades, d'una en una per davant d'un làser.

f) Combidex

És una molècula d'imatge que consisteix en nanopartícules d'òxid del ferro. S'utilitza junt amb la ressonància magnètica per diferenciar els nòduls¹⁴ tumors dels nòduls normals.

2.3.3. Teràpia

A l'àrea terapèutica s'utilitzen:

- Sistemes que alliberen fàrmacs que permeten millorar la formulació de principis actius¹⁵ amb problemes per accedir a on han d'actuar.
- Nanopartícules com a principis actius.
- Enginyeria tissular¹⁶.

Per aconseguir això, els nanomaterials que s'utilitzen són:

a) Nanoesferes, nanocàpsules i nanopartícules

Segons el mètode amb que es preparen, poden presentar diferents propietats i diferents mètodes d'alliberament.

b) Nanopartícules inorgàniques

Un exemple d'aquestes és la silicona. Les nanopartícules inorgàniques poden unir-se a principis actius per protegir-los de la desnaturalització provocada per l'acidesa del pH estomacal i la seva temperatura.

2.3.4. Diagnòstic / teràpia

Els nanomaterials que són capaços de diagnosticar i tractar la malaltia immediatament després, són:

¹⁴ Agrupació de cèl·lules tumors

¹⁵ Substància utilitzada en la fabricació d'un medicament.

¹⁶ Disciplina en que, combinant cèl·lules, materials i les eines de l'enginyeria, intenta dissenyar estructures biològiques per substituir, reparar o regenerar teixits danyats.

2.3.4.1. Dendrímers

Són capaços d'encapsular agents terapèutics tant al seu interior com al seu exterior. Existeixen dendrímers que són multifuncionals, detecten cèl·lules específiques que estan malaltes i alliberen el fàrmac en el mateix moment.

2.3.4.2. Nanoshells

Consisteixen en un nucli de sílice (SiO_2) envoltat de capes d'un conductor metàl·lic, com l'or. Segons la mida i la composició de cadascuna de les capes, les partícules poden ser dissenyades per absorbir o dispersar la llum fluorescent. Aquestes partícules es poden ajuntar fàcilment amb anticossos i altres biomolècules. Les aplicacions biomèdiques de les nanoshells són molt diverses, per exemple, s'inclou una teràpia tèrmica per eliminar cèl·lules tumorals, com es pot observar a la Figura 10.



Figura 10 Nanoshells com a teràpia contra el càncer.

3. Càncer

El càncer és una classe de malaltia associada amb el creixement exponencial del nombre d'unes determinades cèl·lules a través de la divisió, aquestes cèl·lules en estat normal, es creen, es divideixen i les antigues moren; quan el teixit es cancerigen les cèl·lules que haurien de morir no moren. Aquest creixement desmesurat produeix un teixit anòmal que presenta disfuncions i alteracions (**neoplàsia**).

Pot ser **benigne**, que s'estén de forma localitzada, lenta i si és extret no sol reactivar-se; o **maligne** amb un creixement agressiu que produirà problemes en el futur.

El teixit afectat és anomenat tumor, funciona de forma quasi independent al organisme que el pateix i per tant deixa de complir les funcions que realitzava per garantir la salut, això fa que els càncers sense tractament portin generalment a la mort.

Els tumors tenen la capacitat de disseminar, afectar als teixits que rodegen la zona afectada gràcies a la penetració que poden fer les cèl·lules canceroses als teixits propers fins al punt de expandir el càncer.

La **metàstasi** és el procés en el que un càncer deriva a un òrgan o zona que no és la original del tumor gràcies a la contaminació dels líquids sanguinis o limfàtics que transporten aquesta fins a altres zones del cos produint neoplàsia a qualsevol part de l'organisme.

El càncer nou produït per la metàstasi estarà format per les cèl·lules canceroses de l'original, per tant si es troba un càncer de pulmó que fa metàstasi produint un càncer al fetge, no serà càncer de fetge serà càncer de pulmó metastàtic al fetge.

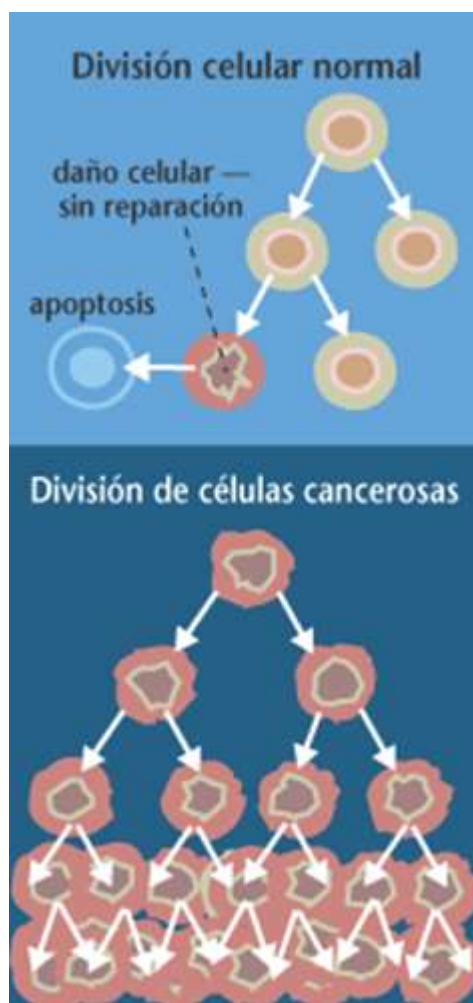


Figura 11 Esquema de la reproducció descontrolada (Neoplàsia)

3.1. Quan es produeix el càncer

El càncer es produeix quan el material genètic de les cèl·lules es veu afectat, els factor que provoquen això són:

3.1.1. Radiació

És el que es produeix quan un àtom té un nucli inestable i aquest allibera energia en forma de ones electromagnètiques o partícules subatòmiques (normalment electrons o neutrons). Quan aquestes partícules subatòmiques xoquen contra altres àtoms són capaces de modificar la seva forma (ionització per radiació) això produeix un canvi en la naturalesa de l'àtom; quan això passa als àtoms que

formen la informació genètica de les cèl·lules del nostre cos es produeix una alteració en el funcionament vital de la cèl·lula que genera aquesta divisió anormal i excessiva.

3.1.2. Substàncies cancerígenes

Són substàncies que al exposar-se a teixits d'éssers vius són capaços de produir un tumor. Les substàncies canceroses es caracteritzen per produir neoplàsia molt després del moment en el que el teixit afectat entra en contacte amb aquestes. Cada òrgan pot ser afectat per diferents materials; per exemple els pulmons són vulnerables al tabac, al amiant, arsènic...

3.2. Tipologia del càncer:

3.2.1. Carcinoma

Són els més comuns i afecten a les cèl·lules dels teixits epitelials, que són aquells que formen capes que recobreixen els espais lliures al cos humà amb la funció de revestir les cavitats i els òrgans interiors i exteriors (pell).

3.2.1.1. Adenocarcinoma

Produeix mucoses o fluïts a zones com el pit (càncer de mama), a la pròstata o al últim tram del intestí gros abans del recte, el còlon.

3.2.1.2. Carcinoma escamós:

Es produeix a les cèl·lules exteriors de la epidermis que amb un funcionament normal anirien morint i intercanviant-se contínuament. És poc comú dins dels càncers de pell i el provoca la radiació solar a zones com el dors de la mà, la cara i les orelles. Creix lent però es provable que dissemini a zones properes. Un tumor que pertany als carcinomes escamosos s'anomena queratoacantoma i té forma d'esfera que sobresurt de la pell.

3.2.1.3. Carcinoma basal

Aquest càncer apareix a la part inferior de la epidermis, on es troben les cèl·lules bassals que són les que van substituint les escamoses, en aquest procés es tornen més planes convertint-se en cèl·lules escamoses. És el càncer de pell

amb més afectats, es produeixen també a causa de la radiació solar i per això solen sortir en zones com el cap i el coll. Rarament s'expandeixen però pot afectar als ossos o òrgans que es trobin sota la pell afectada.

3.2.2.Melanoma

Afecta als melanòcits que són les cèl·lules de la pell encarregades de aportar melanina, una vitamina que ens protegeix de la llum. Quan es produeix aquest tipus de càncer apareix una zona irregular més fosca a la capa exterior de la pell.

3.2.3.Sarcoma

És el càncer que apareix en els ossos (sarcoma dur), músculs, zones de greix, venes, artèries, capil·lars, tendons, lligaments o vasos sanguinis (sarcomes tous).

3.2.4.Leucèmia

Afecta directament a la sang o a la medul·la espinal creant una gran quantitat de glòbuls blancs anormals que dificulten el treball dels útils i taponen algunes vies. Causa problemes a l'hora de tancar ferides, evitar infeccions i dificulta l'oxigenació de les cèl·lules de tot el cos. La leucèmia és una malaltia cancerosa que afecta molts als nens i als joves ja que té una especial agudeses en comparació amb els adults. També pot derivar fàcilment a una anèmia que segons viquipèdia presenta els següents símptomes:

“Decaimiento, falta de fuerzas, mareos, náuseas, vómitos, inapetencia, disminución de peso importante. Fiebre que dura varios días sin una causa aparente, sudoración nocturna, escalofríos. Dolor o sensibilidad ósea, dolores articulares y de extremidades. Hemorragias frecuentes sin motivo aparente, por ejemplo, sangrado anormal de las encías o de la nariz. Petequias o hematomas sin haber tenido algún golpe. Palidez de piel, interior de la cavidad oral o de los párpados. Aumento de tamaño de los ganglios linfáticos. Aparición de masas o crecimientos anormales de órganos abdominales como el bazo y el hígado, o aparición de masas que crecen en otras partes del cuerpo. Alteraciones de los exámenes sanguíneos (hemograma, VIH, etc.). Irregularidad en los ciclos

menstruales. Dolor en articulaciones. Insomnio, se presenta por diversos factores, entre ellos, por la afectación a nivel cognitivo de saberse con la enfermedad y fatiga.”

Viquipèdia

3.2.5. Limfoma

És un tumor que es produeix en el sistema limfàtic (que s'encarrega de “netejar” la sang). Comença amb neoplàsia d'una classe concreta de glòbuls blancs anomenats limfòcits i continua fins a la formació del tumor en els ganglis.

3.2.6. Mieloma

Associat a les cèl·lules plasmàtiques encarregades de segregar anticossos evitant infeccions, la neoplàsia produeix un mal funcionament d'aquests que comença amb la des protecció cap a qualsevol malaltia infecciosa i acaba amb la formació de tumors en els ossos de tot el cos per culpa de la gran quantitat de cèl·lules acumulades en aquests.

3.2.7. Tumor cerebral

Neoplàsia que apareix al sistema nerviós central o la medul·la (tumor a la medul·la) que crea una inflamació a la zona afectada evitant el rendiment cerebral que depenent de les cèl·lules canceroses causa pèrdua de memòria, paràlisi, falta de coordinació, pèrdua de facultats tant motores com mentals.

3.2.8. Altres càncers

Poden afectar a les gònades (tumors germinatius) afectant als òvuls o espermatozoides creats fent-los defectuosos; associats a les hormones segregades a la sang per ordre del sistema nerviós (tumors neuroendocrins)

3.3. Càncers més comuns anomenats per l'òrgan afectat

3.3.1. Càncer de pulmó (de cèl·lules no petites)

És el causant de la majoria de morts per càncer a Estats Units i això és així pel fet de que un dels causants d'aquest càncer és el tabaquisme, també ho són substàncies tòxiques com el amiant o el gas mostassa. Aquest càncer afecta als

dos òrgans que ens permeten realitzar la respiració; els col·lapsa i no permet el funcionament d'aquests produint finalment una mort per falta d'oxigen. Presenta símptomes com tos amb sang, dificultat respiratòria i dolor a la caixa toràcica.

3.3.2. Càncer de pròstata

Afecta únicament als homes ja que la pròstata és un òrgan que forma part de l'aparell sexual masculí i té la funció d'aportar un líquid al semen fent-lo resistent a la acidesa que hi ha a la vagina fent possible la reproducció. Produeix una inflamació en aquesta causada per la reproducció massiva típica de la neoplàsia i acaba obstruint el conducte ejaculador o el deferent, pot produir o un increment o una disminució en la freqüència en al que s'ha d'anar a orinar. Té un creixement molt lent.

3.3.3. Càncer de còlon

Es produeix al còlon o el recte que formen part del intestí gruixut i també comença a les cèl·lules que s'encarreguen de crear mucosa o líquids que serviran per la digestió; després es crea un pòlip (embalum inflammat) a la paret intestinal i si és cancerosa acaba convertint-se en un tumor que obstrueix i impedeix les funcions del còlon (absorbir aigua i nutrients).

3.4. **Tractaments contra el càncer**

3.4.1. Cirurgia

És un tractament físic en el que s'extreu el tumor amb una incisió per tal d'extirpar el càncer. Aquest tall sol implicar una obertura per tal d'arribar a la zona afectada i per tant es produeixen danys als teixits que es sobreposen al càncer.

3.4.2. Radioteràpia

És una classe de tractament que es caracteritza per utilitzar radiació per reduir tumors i destruir cèl·lules canceroses. La radiació altera l'ADN de les cèl·lules afectades fins a al punt en el que no es poden reproduir i moren. No és un procés ràpid i per això es necessiten moltes sessions, fins i tot després d'acabar la radioteràpia passen mesos fins que moren totes les cèl·lules que formen el tumor.

Existeix la radioteràpia interna i externa. Quan el tumor és petit o el únic que es pot fer és reduir el dolor que causa, s'aplica radioteràpia externa que només afecta a la zona cancerígena. Quan el càncer és curable o gran, es tracta amb una radioteràpia interna, en aquest cas la radiació prové d'un líquid o sòlid (depenent del tipus i localització del tumor) que es col·loca dins del cos.

3.4.3. Quimioteràpia

S'utilitzen medicines per tal de matar les cèl·lules afectades pel càncer. Com quasi tots els tractaments, pot servir per eliminar el càncer o disminuir-lo per tal de que no provoqui tants mals. Els fàrmacs utilitzats a la radioteràpia són moltíssims i són combinats entre ells pels metges per tal de curar el càncer, tot i així els podem dividir en dos grups depenent de la seva funció:

-Antraciclins: Tenen un efecte molt similar a la radioteràpia ja que la seva funció és modificar l'ADN de les cèl·lules canceroses fins al punt en el que no puguin seguir vivint.

-Taxanos: Eviten la divisió massiva de les cèl·lules tumorals, evitant que s'expandeixi.

3.4.4. Immunoteràpia

Usa substàncies biològiques (provinents d'éssers vius) per tal de millorar el sistema immunològic del cos que pateix el càncer amb l'objectiu de que ell sol pugui rebutjar i matar les cèl·lules canceroses. Hi han diferents mètodes dins de la immunoteràpia:

-Anticossos monoclonals: Solen utilitzar-se per marcar les zones afectades pel càncer i d'aquesta forma facilitar el treball del nostre sistema immunològic a l'hora d'atacar al tumor

-Transferència adoptiva cel·lular: És un tractament que consisteix en millorar uns glòbuls blancs determinats (cèl·lules T) per fer-los capaços de combatre el càncer; això es pot fer modificant l'ADN de les cèl·lules T en un laboratori fent que puguin detectar els càncers i destruir-los i aïllant-les en la zona afectada per tal de que no parin de combatre el tumor.

-Altres substàncies com les citocines, que són proteïnes que ajuden al sistema immunològic; vacunes, que no són com les vacunes típiques que prevenen malalties

La immunoteràpia, com la quimio, pot ser administrada en vena amb una via, en càpsules o tablettes orals, en crema d'ús cutani (aplicant-ho a la pell) o directament a la bufeta quan el càncer que es vol curar afecta a aquesta zona.

3.4.5. Teràpia hormonal

En aquest tractament es rellenteix la producció de certes hormones ja que aquestes són utilitzades pels tumors a l'hora de facilitar el seu creixement; per aquest motiu, la teràpia hormonal s'utilitza per tractar càncers d'òrgans que reben una gran quantitat d'hormones per funcionar com el de mama o el de pròstata. Per detenir la segregació d'hormones hi ha diferents procediments com l'ús de pastilles o injeccions que contraresten la producció, inclús la cirurgia per extirpar les glàndules que segreguen les hormones no desitjades.

3.4.6. Trasplantament de cèl·lules mare

No és exactament un tractament contra el càncer. Es reemplacen les cèl·lules mare afectades per l'ús de quimioteràpia i/o radioteràpia que les ha matat o deixat en mal estat. Les cèl·lules mare són importantíssimes ja que poden obtenir la funció de: glòbuls blans, vermells i plaquetes.

Aquest transplantament pot produir-se de tres formes diferents:

- Autòlegs: Les cèl·lules mare provenen del mateix pacient.
- Singènics: Les cèl·lules provenen d'un bessó idèntic al pacient afectat.
- Al·logènics: Provenen d'altres persones, normalment familiars o com a mínim tenen parentesc amb el pacient.

3.5. **Tractaments contra el càncer amb l'ús de nanopartícules**

3.5.1. Hipertèrmia mesurada magnèticament

Aquesta tècnica consisteix en esclafar a una temperatura suficientment alta per a matar les cèl·lules canceroses i no les sanes. Per a matar les cèl·lules

canceroses s'han de sotmetre a una temperatura de 43°C, però no es possible sotmetre únicament aquestes cèl·lules, si la calor s'aplica en la zona on es troben les cèl·lules canceroses també s'aplicarà a les cèl·lules sanes, i les matarà, per això es requereix l'ajuda de nanopartícules. En aquest tractament s'utilitza el ferrofluid. És un fluid magnètic format per partícules d'òxid de ferro. S'utilitza aquest fluid ja que és molt magnètic.

El ferrofluid s'injecta en la zona del cos on es troben les cèl·lules canceroses, i les partícules d'aquest no s'escampen per tot el cos, sinó que és queden al voltant de la zona on es troba el tumor format per cèl·lules canceroses. Un cop s'ha injectat el ferrofluid s'aplica un camp magnètic al cos que aconsegueix formar corrents elèctrics que viatgen entre les partícules del ferrofluid.

La formació d'aquests corrents elèctrics provoca que la temperatura de les partícules augmenti gràcies a la resistència que oposen les nanopartícules. Aquestes partícules continuen escalfant-se fins arribar al "Punt Curie", que significa que les partícules han arribat a la temperatura màxima a la que poden ser sotmeses. Quan això passa es desordenen i deixen d'escalfar-se, per això el metge no ha de vigilar la temperatura a la que són sotmeses les nanopartícules, perquè quan aquestes arriben a una certa temperatura deixen d'escalfar-se.

3.5.2. Nanopartícules de silici

Aquest tractament serveix per a que el cos generi anticossos contra les cèl·lules cancerígenes.

Aquest tractament consisteix en administrar nanopartícules de silici al cos mitjançant la vacunació. Les nanopartícules de silici s'administren a un antigen, HER₂, que serà injectat en el cos per a què aquest pugui elaborar anticossos contra les cèl·lules malignes.

S'administren nanopartícules de silici a aquest antigen perquè és l'antigen que les cèl·lules canceroses posseeixen. Això es fa per tal de que el cos pugui oposar resistència a l'aparició de

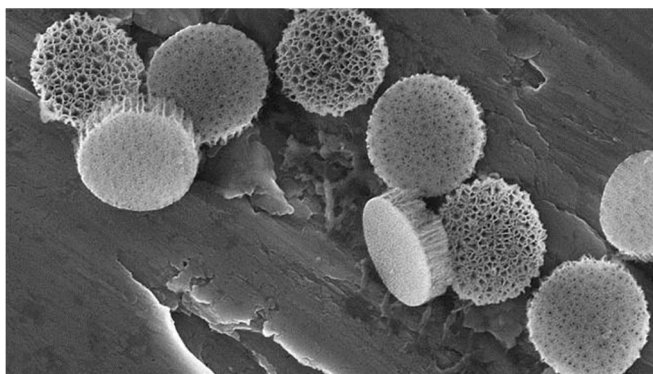


Figura 5 Nanopartícules de silici actuant en el teixit biològic afectat

cèl·lules canceroses. Es necessària l'administració de les nanopartícules a aquest antigen, perquè s'ha provat a administrat únicament l'antigen i la resposta del sistema immunològic no ha sigut suficientment forta com per a poder combatre l'antigen, per tant, s'ha decidit administrar aquestes nanopartícules per a què pugui ajudar al cos a combatre l'antigen i a elaborar anticossos contra el HER₂. També s'ha comprovat que l'ús d'aquestes nanopartícules no només ajuda a que el cos elimini les cèl·lules malignes, sinó que també facilita el tractament de tumors.

3.5.3. Administració del fàrmac doctoacel mitjançant nanopartícules

L'objectiu d'aquest tractament es administrar una quantitat molt més alta del fàrmac doctoacel directament al tumor maligne. Aquest tractament és més efectiu que la quimioteràpia ja que la quimioteràpia reparteix el fàrmac que administra a través de tot el cos, és a dir, que arriba una quantitat molt baixa del fàrmac al tumor maligne, i a més, les cèl·lules sanes es veuen afectades.

Per a poder fer possible aquest tractament els doctors van dissenyar un nou model de nanopartícula, aquesta nanopartícula anomenada BIND-014 és capaç de transportar el fàrmac que s'utilitza en la quimioteràpia.

Més endavant van decidir modificar les característiques de la nanopartícula per a que podes fer totes les funcions, com per exemple, adherir lligams a la nanopartícula per a que aquesta es pogués adherir a les cèl·lules canceroses. Però hi havia un problema en aquest tractament, per això el doctor Farokhzad, de la Facultat de Medicina de Herbert, va dir "Habrà una variación entre lote y lote, y con esa variación no podíamos crear nanopartículas que se diferenciaron levemente una de otra, a fin de encontrar una nanopartícula que tuviera exactamente los parámetros farmacológicos y farmacéuticos adecuados que estábamos buscando", és a dir, que es necessiten dissenyar unes nanopartícules lleugerament diferent a les que hi havien abans per a poder avançar en el tractament, perquè el mateix tipus de nanopartícula no pot fer totes les funcions que requereix el procés.

Els desenvolupadors d'aquest tractament van decidir construir una cadena de 100 nanopartícules, dins d'aquesta cadena de nanopartícules hi ha grups, i cada

grup té una funció diferent. Un grup de nanopartícules s'encarrega d'amagar-les del sistema immunitari perquè aquest no les ataqüi, un altre grup s'encarrega de que les nanopartícules que han d'administrar el fàrmac s'adhereixin al tumor maligne, i l'últim grup s'encarrega de transportar el fàrmac i administrar-lo al tumor maligne.

Aquesta cadena de nanopartícules es va fer de la següent manera: es van modificar les característiques de les nanopartícules, i després aquesta cadena es va deixar caure en una solució que contenia el fàrmac quimioterapèutic per a formar la nanopartícula desitjada. Una vegada formada la cadena de nanopartícules, s'injecta en la zona del cos on es troba el tumor maligne.

Quan el tractament ha finalitzat, les nanopartícules es queden en el sistema circulatori fins que aquestes són eliminades per el propi cos.

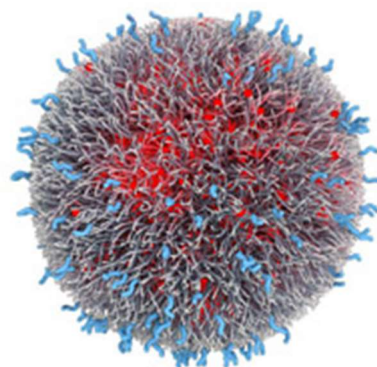


Figura 6 Doxtoacel

3.5.4. Nanotubs de carboni

Aquest procés consisteix en injectar nanotubs de carboni en les cèl·lules canceroses per tal de matar-les.

Un nanotub de carboni és una estructura tubular formada per àtoms de carboni. És un material molt més resistent que l'acer que té una alta conductivitat elèctrica però molt poca conductivitat tèrmica.

En aquest tractament els nanotubs de carboni són administrats en la zona on es troben les cèl·lules canceroses, s'adhereixen a elles i el cos es sotmet a una radiació que és quasi invisible per a les cèl·lules humanes. Els nanotubs de carboni absorbeixen aquesta radiació i la seva temperatura augmenta. La radiació a la que es sotmeten els nanotubs de carboni ha de ser controlada, ja que quan aquests maten a les cèl·lules canceroses ja no cal que es

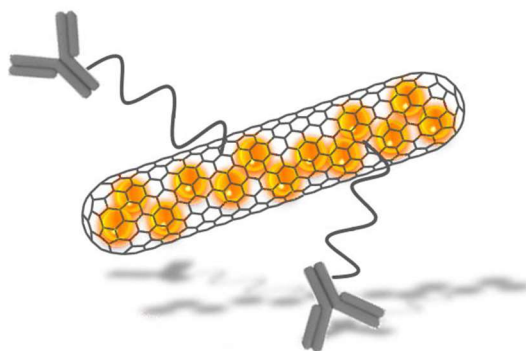


Figura 7 Nanotubs de carboni

continuïn sotmeten a la radiació, perquè sinó podrien afectar també a les cèl·lules sanes.

Els nanotubs de carboni porten adherit un nanomarcador, aquest té la funció d'identificar unes característiques específiques que només són pròpies de les cèl·lules canceroses. El nanomarcador és molt útil ja que serveix perquè els nanotubs de carboni identifiquin les cèl·lules canceroses i s'adhereixin a elles.

3.5.5. Nanopartícules amb propietats fluorescentes

Aquest mètode és útil per a detectar si les cèl·lules canceroses s'estan morint o són resistents als fàrmacs que se li administren.

Aquest mètode consisteix en injectar nanopartícules en la zona on es troben les cèl·lules canceroses. Quan ja s'han injectat les nanopartícules, aquestes alliberen un medicament quimioterapèutic que emmagatzemaven dins el seu cos, i quan les cèl·lules canceroses comencen a morir després un enzim anomenat caspasa. Els desenvolupadors van dissenyar un enzim informador, la seva funció és que l'enzim caspasa quan sigui alliberat per la nanopartícula s'il·lumini de color verd. Això permetrà als investigadors saber si les cèl·lules canceroses són eliminades o si les cèl·lules canceroses són resistents al tractament. Si són resistents al tractament s'haurà d'administrar una quantitat més alta del medicament si és possible o s'haurà de buscar un altre fàrmac que pugui ser administrat.

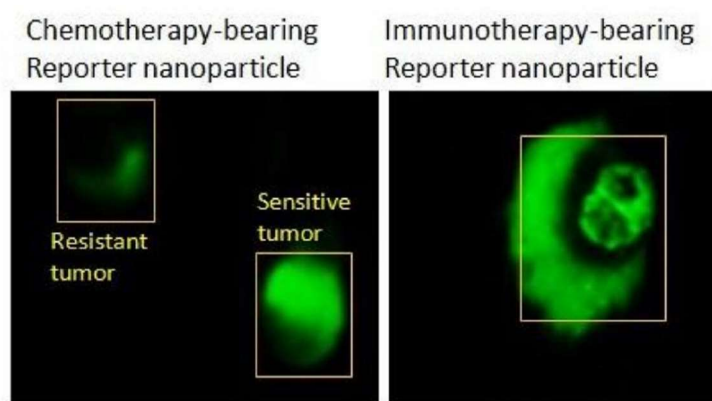


Figura 8 Nanopartícules de silici detectant un tumor

3.5.6. Tractament amb l'ús de nanopartícules d'or

Aquest tractament consisteix en bloquejar les funcions de les cèl·lules canceroses per tal de que no es reproduixin mitjançant l'ús de nanopartícules.

Les nanopartícules d'or s'adhereixen artificialment a un grup de molècules, un cop fet s'injecten en la zona on es troba el tumor maligne, i aquestes molècules juntament amb les nanopartícules d'or s'adhereixen a una proteïna que és molt comuna en les cèl·lules canceroses, aquesta proteïna s'anomena integrina.

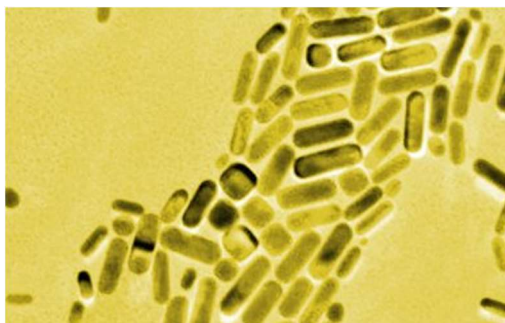


Figura 9 Nanopartícules d'or.

Un cop s'han adherit les nanopartícules aquestes inhibeixen totalment les funcions de les cèl·lules canceroses mitjançant l'administració d'un fàrmac quimioterapèutic. Quan les cèl·lules canceroses ja no poden continuar reproduint-se, s'aplica un làser de llum ultraviolada a la zona on es troben les nanopartícules i les cèl·lules canceroses. Les cèl·lules no absorbeixen la llum ultraviolada, però les nanopartícules sí que l'absorbeixen, i aquestes augmenten la seva temperatura provocant la mort de les cèl·lules cancerígenes. L'aplicació de la llum ultraviolada ha de ser controlada perquè sinó les nanopartícules d'or podrien matar a les cèl·lules sanes.

Aquest tipus de nanopartícules també poden accelerar la velocitat de les reaccions químiques, segons afirma un estudi de la Universitat de Edimburg (Regne Unit). Aquesta propietat de les nanopartícules d'or fa més efectiu l'efecte del medicament, i està en desenvolupament un procés en el qual s'administren nanopartícules d'or als fàrmacs quimioterapèutics per tal de fer-los més efectius. De moment, aquest procés només s'ha provat en l'organisme d'un peix zebra, a aquest peix se li va implantar un xip en el cervell que contenia nanopartícules d'or, i es va poder observar com aquest xip va augmentar la velocitat de les reaccions químiques en el seu organisme.

4. Síntesi de nanopartícules d'or

La síntesi de nanopartícules d'or es pot fer de moltes maneres diferents, i depenent de com es facin tindran una forma o una altra. Es poden preparar fàcilment, obtenint sistemes col·loïdals on les nanopartícules tenen una mida entre 1 nm i 150 nm.

Alguns exemples de com poden ser les nanopartícules són els següents: nanoesferes, nanocilindres, nanocobertes, nanogàbies i «SERS».

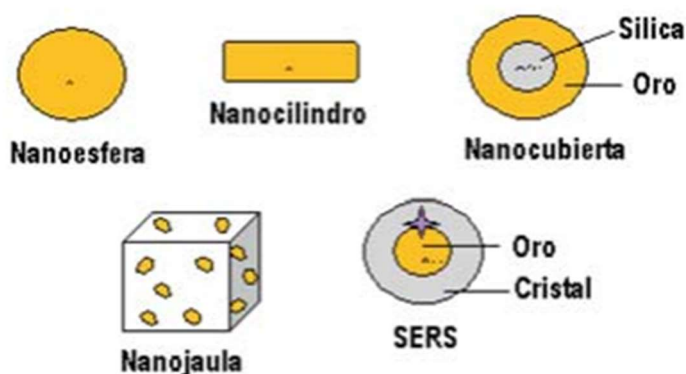


Figura 10 Diferents formes de contenir nanopartícules d'or

Les nanoesferes d'or de 2-100 nm de diàmetre poden ser obtingudes per reducció de clorur d'or fent servir diferents agents reductors. Generalment, per preparar-les es redueix una sal d'or utilitzant citrat com a agent reductor i s'utilitzen agents estabilitzants que fan que les nanopartícules estiguin disperses i no aglomerades. Es va comprovar que la velocitat d'addició de l'agent reductor pot influir en la mida de les AuNPs obtingudes, com més ràpida és l'addició de l'agent reductor, més petites i disperses són les nanopartícules d'or.

4.1. Síntesi de nanopartícules d'or en dissolució a partir d'àcid cloroàuric (HAuCl_4) i citrat de sodi ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$)

Per realitzar la síntesi de les nanopartícules d'or el que vam fer primer va ser preparar una dissolució d'1 litre d'àcid cloroàuric en aigua amb una concentració 0'5mM¹⁷, a un vas de precipitats, després vam preparar una segona dissolució

¹⁷ Mil·limolar (10^{-3} mols/litre).

de 100mL de citrat de sodi en aigua amb una concentració 38'8mM, també en un vas de precipitats. (a l'annex IV està la pràctica en la que ens vam basar de forma detallada i en el V la que finalment vam fer nosaltres i a l'annex VII els càlculs amb els que vam determinar les concentracions).

Per a cada prova vam agafar 30 ml de la dissolució d'àcid cloroàuric en aigua, que havíem preparat abans, i 3 ml de la dissolució de citrat de sodi en aigua, que també havíem preparat prèviament.

Per mesclar les dues dissolucions primer vam agafar un matràs Erlenmeyer i una placa calefactora amb agitador magnètic. Vam posar els 30 ml de la dissolució d'àcid cloroàuric al matràs Erlenmeyer, després vam afegir-hi la píndola magnètica i vam tancar el matràs amb un vidre de rellotge . Vam escalfar i agitar la dissolució, fins que aquesta va començar a bullir, vam retirar el vidre de rellotge i vam afegir la dissolució de citrat de sodi.

El citrat de sodi actua com a agent reductor, i quan el vam tirar en la dissolució va separar els àtoms de clor dels àtoms d'or. Un grup d'anions del citrat de sodi absorbeix les nanopartícules d'or i evita que les nanopartícules s'aglomerin.

Vam apagar la placa calefactora, però l'agitador magnètic el vam deixar encès per a que les dissolucions es barreguessin i reaccionés més ràpid. Mentre això passava es van formar plasmons (electrons que es queden a la superfície de la dissolució) i aquests plasmons tenien una oscil·lació. Quan aquesta oscil·lació va aconseguir tenir la mateixa freqüència que l'oscil·lació de les ones de llum incidents en la dissolució, la llum aconseguia incidir directament en les partícules d'or. Gràcies a les seves propietats les nanopartícules absorbeixen les ones de llum que tenen la mateixa oscil·lació i reflecteixen la llum que no té la mateixa oscil·lació i per tant no és absorbida. Quan es dona aquesta reflexió és quan es dona el canvi de color.

Minuts després vam observar com la mescla estava canviant de color, primer va agafar un color violeta molt fosc, i després es va aclarir perdent aquest to tant fosc. Això vol dir que ja teníem les nanopartícules d'or en dissolució, amb una

mida d'entre 60 i 90 nanòmetres. Però no vam obtenir el resultat esperat, ja que esperàvem sintetitzar nanopartícules d'una mida inferior a 60 nanòmetres, això ho sabem ja que el color resultant no era el corresponent. La dissolució hauria de ser d'un color més vermellós. Això es va donar perquè la dissolució no tenia la molaritat correcta per culpa d'un error.



Figura 11 Efecte Tyndall

Per últim vam traspasar la mescla a un tub d'assaig i la vam sotmetre a llum làser per veure si es complia l'efecte Tyndall¹⁸, efectivament es va corroborar l'èxit.

5. Conclusions

Quan es va començar el treball es van plantejar una sèrie d'objectius els quals s'han intentat assolir, i gràcies a tota la recerca que s'ha fet per a poder assolir-los es poden extreure unes conclusions.

S'ha conclòs que les nanopartícules tenen un gran nombre d'aplicacions en el món tecnològic i medicinal.

La utilització de nanopartícules en el món tecnològic i medicinal proporciona una gran avantatge, perquè poden fer tasques que abans no es podien fer gràcies a la seva petita mida.

S'ha deduït que les nanopartícules d'or tenen un funcionament diferent a les partícules d'or d'una escala major, perquè quan sintetitzes una nanopartícula d'or les seves propietats canvien.

S'ha arribat a la conclusió que un tractament contra al càncer amb l'ús de nanopartícules és molt més efectiu per dos motius, el primer, perquè ataca a un

¹⁸ És un fenomen físic que explica com les partícules col·loïdals en una dissolució o en un gas són visibles perquè reflecteixen la llum.

nombre molt més gran de cèl·lules canceroses amb molta menys quantitat de fàrmac i el segon, perquè no causa quasi cap dany a les cèl·lules sanes.

També, un tractament amb l'ús de nanopartícules és més econòmic perquè la quantitat de fàrmac que has d'utilitzar és molt inferior. La utilització d'una quantitat inferior de fàrmac produeix molts menys efectes secundaris en els pacients.

Després de fer l'experimentació, s'ha pogut comprovar que sintetitzar nanopartícules d'or d'una mida inferior a 60 nanòmetres és molt complicat, perquè s'ha de treballar amb quantitats molt exactes i molt petites, i no s'han arribat a sintetitzar a aquesta mida, però s'han pogut obtenir nanopartícules d'or entre 60 i 90 nanòmetres. Això s'ha donat perquè no es disposava d'una balança de precisió adequada.

Finalment, s'ha conclòs que l'ús de les nanopartícules en el tractament contra el càncer és un tema que està en estudi i desenvolupament, i encara no s'ha intentat curar un càncer mitjançant un tractament d'aquest tipus. Encara que segons la nostra recerca, s'ha conclòs que utilitzar les nanopartícules en el tractament contra el càncer seria molt més efectiu que els mètodes actuals.

6. Webgrafia

Nanotecnología. Wikipedia.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Nanotecnolog%C3%ADa#Nanotecnolog.C3.ADa_aplicada_a_la_terapia_del_c.C3.A1ncer>. [4-11-2017]. Aquesta pàgina web l'hem utilitzat per saber què és la nanotecnologia, quines aplicacions té, quins són els seus aspectes fonamentals i tot el que està relacionat amb això.

Càncer. Wikipedia. <<https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1ncer>>. [4-11-2017].

Aquesta pàgina web ens ha servit per saber què és el càncer, quins tipus hi ha, com es pot tractar o diagnosticar i més coses relacionades amb aquest tema.

Aplicaciones de la Nanotecnología. International Year of light, 2015. <<http://www.nanotecnologia.cl/aplicaciones-de-la-nanotecnologia/>>. [4-11-2017].

Aquesta pàgina web l'hem utilitzat per saber en quins àmbits es pot utilitzar la nanotecnologia.

VERA, Beatriz. Nanotubos de carbono podrían reparar daños en médula espinal. N+1. <<https://nmas1.org/news/2017/07/04/nanotubos-neuronas>>. [4-11-2017].

Aquesta pàgina web ens ha servit per saber tipus de nanopartícules, on es poden utilitzar i, al principi del treball de recerca, per veure quines coses podem fer com a treball de camp.

Nanorrobótica. Wikipedia. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Nanorrob%C3%B3tica>>. [4-11-2017]. Aquesta pàgina web l'hem utilitzat per saber què és la nanorrobòtica i les aplicacions que té.

IRIBERRI, Ainhoa. Nanotecnología contra el cáncer. Muy interesante. <<https://www.muyinteresante.es/revista-muy/noticiasmuy/articulo/nanotecnologia-contra-el-cancer>>. [4-11-2017]. Aquesta pàgina web l'hem utilitzat per saber com la nanotecnologia pot ajudar a curar el càncer o a diagnosticar-lo.

FERREIRA, Silvia. Nanopartículas fluorescentes para localizar y combatir el cáncer. Telefonica fundación.

<<https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/2009/10/22/nanoparticulas-fluorescentes-para-localizar-y-combatir-el-cancer/>>. [4-11-2017]. Aquesta pàgina web l'hem utilitzat per saber quin treball de camp podíem fer que tingués relació amb el càncer i les nanopartícules.

Nanotubos de carbono contra el cáncer. Fundación telefonica, 2006. <<https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/2006/09/27/nanotubos-de-carbono-contra-el-cancer/>>. [4-11-2017]. Aquesta pàgina l'hem utilitzat per saber tipus de nanopartícules que poden combatre el càncer i com ho fan.

Una nanopartícula emite fluorescencia cuando las células tumorales mueren. Tendencias 21, 2016. <http://www.tendencias21.net/Una-nanoparticulo-emite-fluorescencia-cuando-las-celulas-tumorales-mueren_a42332.html>. [11-11-2017]. Aquesta pàgina web ens ha servit per saber les funcions que poden tenir les nanopartícules per combatre el càncer i també per pensar quin treball de camp podíem fer.

Una nanopartícula fluorescente revela en tiempo real si es efectivo un tratamiento de cáncer. 20 minutos, 2016. <<http://www.20minutos.es/noticia/2707655/0/nanoparticulo-fluorescente/revela-efectividad/tratamiento-cancer/>>. [11-11-2017]. Aquesta pàgina web ens ha servit per saber les funcions que poden tenir les nanopartícules per combatre el càncer i també per pensar quin treball de camp podíem fer.

FERNANDO. Crean nanopartículas fluorescentes contra el cáncer sin efectos secundarios. Techlatina, 2009. <<http://www.techlatina.com/crean-nanoparticulas-fluorescentes>>. [11-11-2017]. Aquesta pàgina web l'hem utilitzat per saber les funcions que poden tenir les nanopartícules per combatre el càncer i també per pensar quin treball de camp podríem fer.

Silicona. Wikipedia. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Silicona>>. [11-11-17]. Aquesta pàgina ens ha servit perquè en un principi volíem fer nanopartícules de silicona i per tant necessitàvem aquesta informació.

Silicio. Wikipedia. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Silicio>>. [11-11-17]. Aquesta pàgina ens ha servit perquè en un principi volíem fer nanopartícules de silicona i per tant necessitàvem aquesta informació.

KEUCH, Tom. ¿Cómo trabajan las luces negras, porque los resaltadores se ven tan brillosos, y como puedes dejar buena impresión con tu novia usando las ciencias?. Nano Sostenible, 2013.<<http://nanosostenible.com/2013/02/25/como-trabajan-las-luces-negras-porque-los-resaltadores-se-ven-tan-brillosos-y-como-puedes-dejar-buena-impresion-con-tu-novia-usando-las-ciencias/>>. [11-11-2017]. Aquesta pàgina la vam buscar perquè com hem dit abans, en un principi volíem fer nanopartícules de silicona i necessitàvem aquesta informació.

MARTÍN, Daniel. *Quantum dots, quizás el año que viene*. Químico soñador, 2012. < <https://quimicosonador.wordpress.com/2012/10/10/quantum-dots-quizas-el-ano-que-viene>>. [11-11-2017]. Idees que podríem fer com a treball de camp que tingués relació amb les nanopartícules i amb el càncer.

CARDONA, Luisa Fernanda. Nanopartículas de sílice. Youtube.

<<https://www.youtube.com/watch?v=3WwhSAvGGcl>>. [11-11-17]. Aquest vídeo el vam mirar, perquè com ja hem explicat abans, en un principi volíem sintetitzar nanopartícules de sílica i necessitàvem saber com fer-les i quins materials necessitàvem.

Sonda fluorescente basada en carbon dots sintetizados mediante fotoquímica para la detección de peróxido de hidrógeno y antioxidantes. Vigo. Facultad de química. <<https://www.hielscher.com/es/ultrasonic-synthesis-of-fluorescent-nano-particles.htm>

http://seqa.es/ActualidadAnalitica/AA_57/04_Bendicho.pdf>. [11-11-2017]. Aquest vídeo el vam mirar, perquè com ja hem explicat abans, en un principi volíem sintetitzar nanopartícules de sílica i necessitàvem saber com fer-les i quins materials necessitàvem.

Nanopartículas de silicio mejoran la eficacia de las vacunas contra el cáncer. ABC. <<http://www.abc.es/salud/noticias/20150506/abci-vacunas-cancer-silicio-201505052335.html>>. [11-11-17]. Tipus de nanopartícules que poden combatre el càncer i com ho fan, i també per com ja hem explicat en altres ocasions, al principi el nostre treball de camp consistia en sintetitzar nanopartícules de sílici i ens ha servit per saber quina relació tenen amb el càncer.

Uso de nanopartículas dirigidas se pone a prueba en pacientes con cáncer. Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU., 2012.

<<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/investigacion/nanoparticulas-dirigidas>>. [22-11-17]. Proves que s'estan fent actualment amb nanopartícules per combatre el càncer.

Aplicaciones de las nanopartículas. CarbonIns.

<<http://carboninspired.com/blog/?p=523>>. [27-11-17]. Aplicacions que té la nanotecnologia i en quins àmbits es pot utilitzar.

Nanopartículas de oro pueden simplificar la detección de cáncer. Solociencia

<<https://www.solociencia.com/biologia/05061702.htm>> [10-12-2017]. Com les nanopartícules d'or poden detectar un càncer.

Las nanopartículas de oro pueden activar fármacos en el interior de los tumores.

Sinc, 2017. <<http://www.agenciasinc.es/Noticias/Las-nanoparticulas-de-oro-pueden-activar-farmacos-en-el-interior-de-los-tumores>> [10-12-2017]. Com les nanopartícules d'or poden acabar amb un càncer.

Logran frenar la metástasis del cáncer con nanopartículas de oro. Web

consultas, 2017. <<https://www.webconsultas.com/noticias/salud-al-dia/cancer/logran-frenar-la-metastasis-del-cancer-con-nanoparticulas-de-oro>>. [10-12-2017]. Com les nanopartícules d'or poden acabar amb un càncer.

Tratamiento de oro para combatir el cáncer. Su médico, 2017.

<<https://sumedico.com/nanoparticulas-oro-combatir-cancer/>>. [10-12-2017]. les nanopartícules d'or poden combatre el càncer.

Nanopartículas de oro para activar fármacos dentro de tumores. La Razón, 2017.

<<http://www.larazon.es/atusalud/nanoparticulas-de-oro-para-activar-farmacos-dentro-de-tumores-CM15916985>> [10-12-2017]. Com les nanopartícules d'or poden acabar amb un càncer.

Aplicaciones de las nanopartículas. CarbonInspired.

<<http://carboninspired.com/blog/?p=523>> [8-01-18]. En quins àmbits es poden utilitzar les nanopartícules.

MANDAL, Ananya. Properties of Nanoparticles. News Medical Life Sciences <<https://www.news-medical.net/life-sciences/Properties-of-Nanoparticles.aspx>> [8-01-2018]. Per fer el marc teòric, concretament per saber les propietats de les nanopartícules.

CORNEJO, Laureano. Propiedades de las nano partículas. Nuevas tecnologías y materiales.<<http://nuevatecnologiasymateriales.com/propiedades-de-las-nano-particulas/>> [8-01-18]. Per fer el marc teòric, concretament per saber les propietats de les nanopartícules.

Diccionario de cáncer. Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU.

<<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario?cdrid=653131>>.

[8-01-2018]. Què és una nanopartícula, és a dir, per saber la seva definició.

Plasmones de superficie en nanopartículas metálicas. Consejo superior de investigaciones científicas.

<http://www.csic.es/web/guest/buscar?p_p_state=maximized&p_p_id=contentviewerservice_WAR_alfresco_packportlet&contentviewerservice_WAR_alfresco_packportlet_nodeRef=workspace://SpacesStore/8e14255b-3879-4e74-ad8d-00ea22556b00> [9-01-18]. Quin treball de camp podem fer que tingués relació amb les nanopartícules i el càncer?

CAMPOS, Esther. Característiques i aplicacions dels nanomaterials. Avanzare. <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/ACTIVIDADES%20DE%20FORMACION%20Y%20ACTUALIZACION/Documentacion%20jornadas/2014%20NanoRISK%20sevilla/Caracteristicas%20y%20aplicaciones%20nanomateriales.pdf>> [9-01-18]. Àmbits en els que es poden aplicar el materials a escala nano, és a dir, les nanopartícules.

SALGADO, Hugh. Recubrimiento nanotecnológico método sol- gel. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=-cZJMeK_Q4>. [9-01-18]. En què consisteix el mètode sol-gel.

MÉNDEZ, Miguel Ángel. Sol Gel. Youtube. <<https://www.youtube.com/watch?v=3uMWO9EPU8c>>. [9-01-18]. En què consisteix el mètode sol-gel.

DELGADO TELLO, Jorge Luis. Nanorobótica. Monografias.com. <<http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/nanorobotica-nanotecnologia/nanorobotica-nanotecnologia.shtml>> [9-1-2018]. Què és la nanorrobòtica i les aplicacions que té.

CUADROS, Marta; LLANOS, Aurora; VILLEGAS, Román. Nanotecnología en medicina. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía. <http://www.aetsa.org/download/publicaciones/antiguas/AETSA_2007-02_F2_Nanomedicina.pdf> [9-01-18]. Àmbits en els que es pot utilitzar la nanotecnologia.

LUNA, Mónica. Nanopartículas para la medicina del futuro. Madrid. El Mundo. <<http://www.elmundo.es/elmundo/2012/03/26/nanotecnologia/1332760914.html>>. [17-01-18]. poden aportar les nanopartícules a la medicina?

TECH, Nyouvids. Making gold nanoparticles. Youtube.

<<https://www.youtube.com/watch?v=JLrn6AsKfuk>>. [20-01-18]. Materials que necessitàvem i el procediment que havíem de seguir per a poder sintetitzar nanopartícules d'or.

Chakraprasadjoshi. How to Synthesize Gold Nanoparticles in Aqueous Phase. Youtube. <<https://www.youtube.com/watch?v=pMkbozvheaY>>. [20-01-18]. Materials que necessitàvem i el procediment que havíem de seguir per a poder sintetitzar nanopartícules d'or.

¿Qué son los cánceres de piel de células basales y de células escamosas?. American Cancer Society. <<https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-piel-de-celulas-basales-y-escamosas/acerca/que-es-cancer-de-piel-de-celulas-basales-y-escamosas.html>>. [20-01-18]. Diferents tipus de càncer que existeixen i en què consisteixen.

Leucemia. Wikipedia. <<https://es.wikipedia.org/wiki/Leucemia>>. [22-01-18]. En què consisteix la leucèmia.

Càncer pulmonar de células no petites. Medline Plus.

<<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007194.htm>>. [22-01-18]. Què és el que pot provocar que alguna persona tingui càncer de pulmó.

Naturaleza del cáncer. Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU. <<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es#tipos>>. [25-01-18]. Què és el càncer i quins tipus de càncer hi ha?

Tipos de cáncer. Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU. <<https://www.cancer.gov/espanol/tipos>>. [25-01-18]. Què és el càncer i quins tipus de càncer hi ha?

Tratamiento del cáncer. Instituto Nacional del Cáncer de los Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU. <<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/tipos>>. [2-2-18]. Diferents tractaments que hi ha actualment per combatre el càncer.

Ehpurdy. Las nanopartículas en el tratamiento del cáncer. Nano sostenible. <<http://nano-sostenible.com/2016/08/30/nanoparticulas-tratamiento-del-cancer/>>. [15-02-18]. Com les nanopartícules poden combatre el càncer.

PÉREZ, Miguel Ángel. Nanopartículas contra el cáncer. Blogthinkbig, 2014. <<https://blogthinkbig.com/nanoparticulas-contra-el-cancer>>. [15-02-18]. Com les nanopartícules poden combatre el càncer.

Funcionalización de nanopartículas. Carboninspired, 2012. <<http://carboninspired.com/blog/?p=406>>. [22-01-2018]. La funcionalització de les nanopartícules, una fase abans de posar-les en funcionament.

7. Annexos

Annex I: PLANIFICACIÓ:

Preguntes:

1. Què són les nanopartícules?
2. Per a què s'utilitzen les nanopartícules?
3. Com funcionen les nanopartícules?
4. Quins materials són els més passats a l'escala nano?

5. Quines són les diferències entre les propietats del materials macros i els nanos?
6. Què és el càncer?
7. Quines classes de càncer hi ha?
8. Com es cura el càncer?

Objectius:

1. Aprendre quin és el significat de “nanopartícules”.
2. Descobrir els usos de les nanopartícules.
3. Estudiar el seu funcionament.
4. Saber quins són els materials que es solen passar a escala nano.
5. Assolir els coneixements suficients per distingir les propietats d'una nanopartícula de les d'una macro.
6. Aprendre com afecta a les persones el càncer.
7. Conèixer les classes més comuns de càncer.
8. Estudiar els diferents tractaments contra el càncer.

Annex II: DIARI DE RECERCA

3 de novembre de 2017

Hem decidit quin és el tema que volem treballar. Per a decidir el tema, hem posat en comú els nostres gustos i interessos. Finalment hem decidit que el nostre treball és ESTUDI I SÍNTESI DE LES NANOPARTÍCULES D'OR I EL SEU ÚS CONTRA EL CÀNCER.

5 de novembre de 2017

Hem fet una primera recerca per conèixer que són exactament les nanopartícules i la nanotecnologia en general.

15 de novembre de 2017

Hem continuat amb la primera recerca buscant més pàgines web per informar-nos sobre les aplicacions de les nanopartícules en l'àmbit medicinal.

Hem comentat els enllaços que hem trobat.

19 de novembre de 2017

Hem començat a pensar quin podria ser el treball de camp que volem fer, perquè creiem que ha de ser la part més important del nostre treball.

26 de novembre de 2017

Hem trobat un experiment de síntesi de nanopartícules d'or que ens ha semblat molt interessant. Ara hem de pensar si podem aconseguir els reactius necessaris per a fer l'experiment.

29 de novembre de 2017

Hem redactat un primer esborrany del procediment que seguirem a l'hora de fer el treball de camp.

1 de desembre de 2017

Hem buscat la reacció que es produeix a l'hora de fer l'experiment per conèixer la perillositat dels reactius que hi intervenen. Hem trobat que l'àcid cloroàuric i l'àcid clorhídric són bastant corrosius i irritants.

2 de desembre de 2017

Hem buscat quin és el material de protecció que necessitem.

5 de desembre de 2017

Ens hem formulat les preguntes que volem respondre amb el nostre treball, i també quins són els objectius d'aquest.

10 de desembre de 2017

Hem entregat els objectius i preguntes al nostre tutor.

14 de desembre de 2017

Hem començat a escriure un primer esborrany del marc teòric. En aquest definim la nanotecnologia, els nanomaterials i les nanopartícules.

18 de desembre de 2017

Hem començat a desenvolupar l'apartat del càncer. Hem escrit que és el càncer, quins tipus de càncer hi ha i els seus tractaments.

21 de desembre de 2017

Hem fet una primera entrega del nostre treball de recerca al nostre tutor, perquè ens el doni corregit després de les festes.

12 de gener de 2018

Hem rebut el marc teòric corregit. Hem d'ampliar els punts i corregir errors estructurals greus.

23 de gener de 2018

Els errors han estat corregits, però hem d'acabar de desenvolupar els punts finals del nostre treball. També hem de començar a buscar un dia en el que puguem fer l'experiment del treball de camp.

3 de febrer de 2018

Hem parlat que farem l'experiment el dia 12 de febrer. Hem acabat de desenvolupar el marc teòric i li hem entregat al nostre tutor perquè ens el corregeixi.

12 de febrer de 2018

Hem fet l'experiment i hem obtingut uns resultats que no esperàvem obtenir. Hem obtingut nanopartícules d'or d'una mida molt més gran que la que volíem sintetitzar.

15 de febrer de 2018

Hem començat a escriure la memòria de l'experiment a partir dels resultats obtinguts.

18 de febrer de 2018

El tutor ens ha donat el marc teòric corregit. Hem de canviar l'estructura de la taula de continguts. Hi ha referències que no concorden amb la pàgina.

25 de febrer de 2018

Hem acabat la memòria de l'experiment i hem començat a escriure els annexos del treball.

28 de febrer de 2018

Hem acabat d'escriure els annexos del treball. Hem acabat de perfeccionar el treball corregint alguns errors ortogràfics i revisant el treball de dalt a baix.

3 de març de 2018

Hem fet l'última entrega del treball perquè el tutor ens ho corregeixi.

10 de març de 2018

El tutor ens ha retornat el treball. Hem d'acabar d'enllestir l'estructura final del treball per a fer l'entrega.

15 de març de 2018

Hem acabat d'estructura el treball definitiu i l'hem deixat enllestit per a l'entrega final.

20 de març de 2018

Hem fet l'entrega final del treball de recerca definitiu.

Annex III: IL·LUSTRACIONS DE NANOMATERIALS DE DIFERENT NÚMERO DE DIMENSIONS:

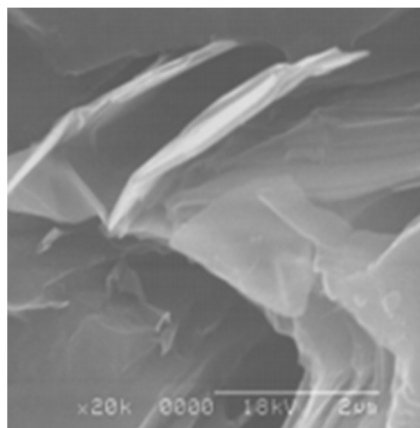


Figura 12 Nanomaterial d'una dimensió.

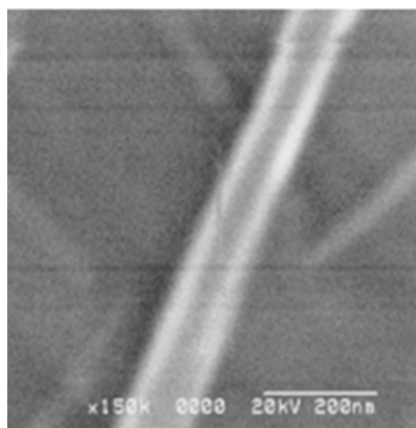


Figura 13 Nanomaterial de dues dimensions.

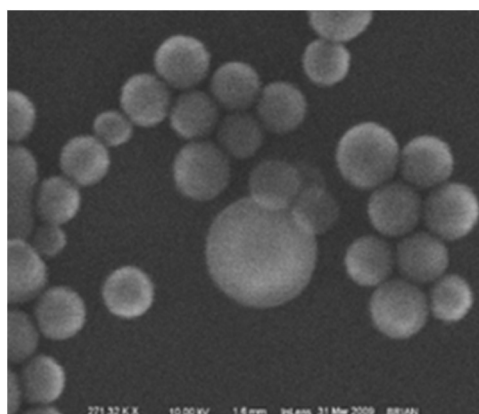


Figura 22 Nanomaterial de tres dimensions.

Annex IV: PRÀCTICA EN LA QUE ENS HEM BASAT PER FER EL NOSTRE PROPI PROCEDIMENT

Material:

- 1 vas de precipitats
- 300ml d'una dissolució d'àcid cloroàuric en aigua 0'5 mM
- 30ml d'una dissolució de citrat de sodi en aigua 38,8 mM
- 1 proveta
- Placa calefactora combinada amb agitador magnètic
- Punter làser
- Píndola magnètica

Procediment:

1. Preparar una dissolució de 300 ml d'àcid cloroàuric en aigua 0'5 mM en un vas de precipitats
2. Preparar una dissolució de 30 ml de citrat de sodi en aigua 38'8 mM en una proveta
3. Escalfar la dissolució d'àcid cloroàuric utilitzant l'agitador magnètic (per barrejar la mescla) combinat amb la placa calefactora.
4. Afegir la dissolució de citrat de sodi a la d'àcid cloroàuric quan aquesta comença a bullir.
5. Deixar que les dues dissolucions es barregin.
6. Deixar d'escalfar la mescla i deixar de remenar-la amb l'agitador magnètic quan aquesta agafa un color vermell fosc.
7. Deixar que la mescla es refredi.

Annex V: MÈTODE D'OBTENCIÓ DE NANOPARTÍCULES D'OR A PARTIR D'ÀCID CLOROÀURIC UTILITZANT CITRAT DE SODI COM A REDUCTOR:

OBJECTIU

Sintetitzar nanopartícules d'or en dissolució amb una mida d'entre 5 i 10 nanòmetres a partir d'àcid cloroàuric i citrat de sodi.

MATERIAL

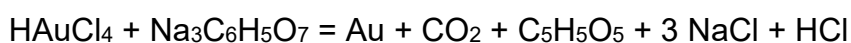
- 1 placa calefactora combinada amb agitador magnètic
- 1 balança analítica
- 1 matràs Erlenmeyer
- 1 punter làser
- 1 pínola magnètica
- 2 vidres de rellotge
- 2 vasos de precipitats
- 1 bareta de vidre
- 1 espàtula
- 2 provetes (1 gran i 1 petita)
- 2 pipetes graduades
- 1 pipetejador
- 1 matràs aforat de 500 ml
- 1 tub d'assaig
- 2 embuts
- 1 g de citrat de sodi
- 1 g d'àcid cloroàuric
- 2 L d'aigua destil·lada

PROCEDIMENT

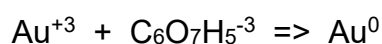
1. Mesurar 0,1 grams d'àcid cloroàuric en un vidre de rellotge.
2. Abocar-ho a un vas de precipitats.
3. Afegir una mica d'aigua destil·lada per dissoldre l'àcid cloroàuric.

4. Traspassar la dissolució a un matràs aforat de 500 ml amb l'ajuda d'un embut.
5. Enrasar amb aigua destil·lada.
6. Mesurar 0,5 grams de citrat de sodi en un vidre de rellotge.
7. Abocar-ho a un vas de precipitats.
8. Afegir una mica d'aigua destil·lada per dissoldre el citrat de sodi.
9. Traspassar la dissolució a una proveta gran amb l'ajuda d'un embut.
10. Enrasar amb aigua destil·lada fins als 50 ml.
11. Agafar 30 ml de la dissolució d'àcid cloroàuric en aigua amb la pipeta graduada i abocar-los a un matràs Erlenmeyer.
12. Col·locar el matràs Erlenmeyer amb la dissolució a la placa calefactora amb agitador magnètic.
13. Posar la pínola magnètica dins del matràs i col·locar un vidre de rellotge a sobre.

FORMULA DE LA REACCIÓ IGUALADA



La reacció redox per crear les nanopartícules d'or és:



Seguretat:

HAuCl₄

L'àcid cloroàuric és un àcid bastant fort, així que irrita fàcilment els ulls, la pell i les mucoses. L'àcid cloroàuric concentrat és molt corrosiu per a la pell. Són necessàries les mesures de precaució adequades, com guants i ulleres al manipular-lo.

HCl

L'àcid clorhídric és irritant i corrosiu per a qualsevol teixit amb el qual tingui contacte. L'exposició breu a baixos nivells produeix irritació de la gola.

Annex VI: MATERIAL PER LA PRÀCTICA

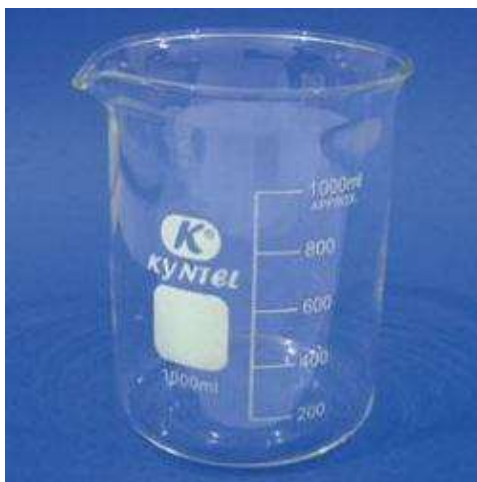


Figura 14 Vas de precipitats



Figura 24 Placa calefactora amb agitador



Figura 2518 Erlenmeyer



Figura 17 Punter làser



Figura 157 Proveta



Figura 28 Balança Analítica

Annex VII: CÀLCULS PER OBTENIR LA CONCENTRACIÓ DELS REACTIUS EN DISSOLUCIÓ

Grams d'àcid cloroàuric necessaris per tal de fer una dissolució de 500ml amb
aigua destil·lada.

Molaritat: 0'5mM

Pes molecular: 1mol d'àcid cloroàuric = 411'85g

$$500ml \times \frac{5 \times 10^{-4}mols}{1000ml} \times \frac{411'85g}{1mol} = 0'1g$$

Es necessiten 0'1g d'àcid cloroàuric.

Grams de citrat de sodi necessaris per tal de fer una dissolució de 50ml amb
aigua destil·lada.

Molaritat: 38'8mM

Pes molecular: 1mol de citrat de sodi = 258g

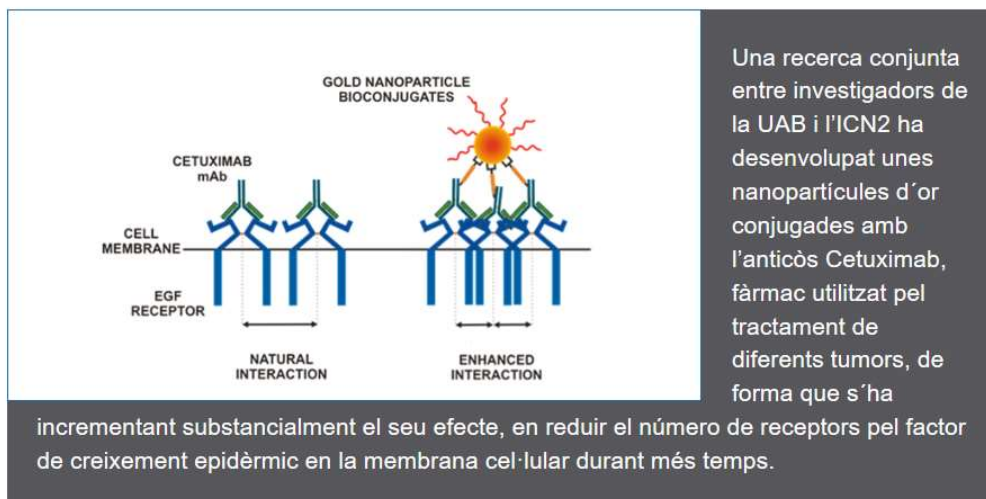
$$50ml \times \frac{38'8 \times 10^{-3}mols}{1000ml} \times \frac{258g}{1mol} = 0'5g$$

Es necessiten 0'5g de citrat de sodi.

Annex VIII: NOTÍCIA SOBRE NOU TRACTAMENT CONTRA EL CÀNCER USANT NANOPARTÍCULES D'OR

<http://www.uab.cat/web/detall-de-noticia/nanoparticules-d-180-or-conjugades-a-l-8217-anticos-cetuximab-contra-el-cancer-1345469002000.html?noticiaid=1345734501044>

Nanopartícules d'or conjugades a l'anticòs cetuximab contra el càncer



Esquema del mecanisme d'acció de l'anticòs Cetuximab en format lliure i ancorat a les nanopartícules d'or.

Un estudi liderat per Victor Puentes, investigador de l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia, i Julia Lorenzo, investigadora de l'Institut de Biotecnologia i Biomedicina (IBB) i del Departament de Bioquímica i Biologia Molecular de la Universitat Autònoma de Barcelona, ha generat unes nanopartícules d'or a les quals se'ls ha unit l'anticòs Cetuximab, que s'utilitza en diferents teràpies antitumorals. L'ús de nanopartícules d'or augmentaria els efectes de la teràpia, ja que les nanopartícules actuen reduint el reciclat del receptor, de forma que s'incrementarien els efectes terapèutics dels anticossos i es reduirien les dosis necessàries en la immunoteràpia.

Les cèl·lules normals requereixen d'estímuls per créixer i mantenir-se. Normalment molts d'aquests estímuls es transmeten a l'interior de la cèl·lula través de receptors transmembrana. Un d'ells és el receptor del factor de creixement epidèrmic o EGFR. A diferència de les cèl·lules normals, moltes cèl·lules tumorals per créixer de forma més ràpida sobreexpressen aquests receptors i és per això que esdevenen unes bones dianes per al tractament del càncer. De fet, trobem altament expressat l'EGFR en tumors de colon, bufeta, pàncrees, ronyó, pulmó, cap i coll, ovari o pròstata entre d'altres. La sobrepressió també es troba associada a pitjor pronòstic, per això s'han desenvolupat anticossos monoclonals com el Cetuximab que s'uneix al receptor de l'EGFR bloquejant la unió de lligands i, per tant, la seva activació, i impedit a les cèl·lules tumorals el seu creixement, tot i que molts cops les dosis necessàries per assolir aquests resultats provoquen efectes secundaris no desitjats als pacients.

La nanomedicina és l'aplicació de la nanotecnologia al camp de les ciències de la salut. L'ús de nanomaterials presenta molts avantatges, entre elles la seva capacitat de transport de molècules amb activitat terapèutica. En el nostre cas, hem aprofitat la superfície de les nanopartícules d'or per ancorar el fàrmac antitumoral Cetuximab. En aquest treball hem demostrat que si controlem l'orientació i el nombre d'anticossos que ancorem per nanopartícula som capaços de generar un nanofàrmac més efectiu, ja que, a més de bloquejar el senyal de creixement cel·lular de forma eficient, el nanofàrmac és capaç de perllongar aquesta acció durant més temps, i això podria suposar una disminució en les dosis necessàries d'aquest fàrmac i, per tant, reduir els efectes secundaris en els pacients.

Julia Lorenzo Rivera
Julia.lorenzo@uab.es
Institut de Biotecnologia i Biomedicina (IBB)
Universitat Autònoma de Barcelona

Victor Puentes
victor.puentes@icn2.cat
Institut Català de Nanotecnologia (ICN2)
Universitat Autònoma de Barcelona

Annex IX: VÍDEO DE LA REALITZACIÓ DEL NOSTRE EXPERIMENT

Després de realitzar l'experiment, hem fet un vídeo explicant-lo per tal que qualsevol persona que vulgui, pugui realitzar el nostre treball de camp. Hem penjat el vídeo a la plataforma YOUTUBE perquè sigui més accessible. L'enllaç és el següent:

<https://youtu.be/xDZdbMKJGmU>