

Memòria d'Activitats 2021



Índex

1. SOBRE L'ICFO	2
1. 1. Estadístiques de Personal	3
1. 2. Altres programes i iniciatives	14
1. 3. Sostenibilitat	16
2. LA RECERCA	19
2. 1. Publicacions	11
2. 2. La Recerca	13
2. 3. Facilitats	38
3. TRANSFERÈNCIA DE TECNOLOGIA	41
3. 1. Descripció	42
3. 2. Activitats de transferència de tecnologia	43
3. 3. Networking o partnerships	53
4. FORMACIÓ	54
4. 1. Atracció del talent i desenvolupament	55
5. ESDEVENIMENTS I COMUNICACIONS	68
5. 1. Actes científics	69
5. 2. Esdeveniments	70
5. 3. Divulgació i Relacions amb l'exterior	74

01

Sobre l'ICFO

1. 1. Estadístiques

ICFO està format per més de 400 persones, entre les quals s'inclouen el personal investigador i el personal de suport a la recerca.

60+ nationalities

70% international researchers

Les xifres a 31.12.2021

PERSONAL INVESTIGADOR

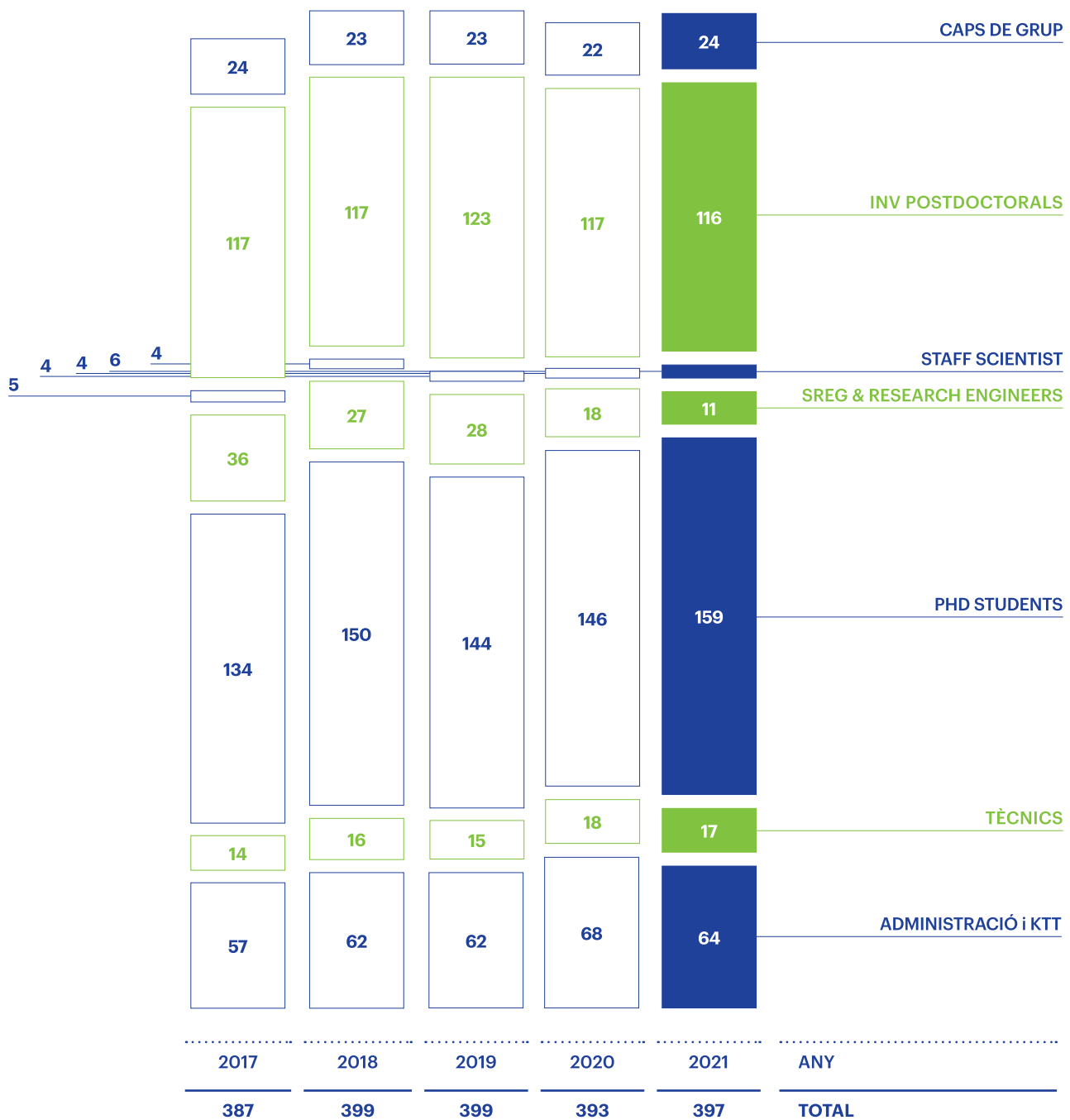
	NACIONALS	#H	#D	TOTAL	%H	%D
CAPS DE GRUP DE RECERCA	8	21	3	24	87	13
DISTINGUISHED INVITED PROFESSORS	1	2	0	2	100	0
STAFF SCIENTISTS	1	4	0	4	100	0
STAFF RESEARCH ENGINEERS	2	2	1	3	67	33
RESEARCH FELLOWS	3	12	2	14	86	14
POSTDOCTORAL RESEARCHERS	15	79	23	102	77	23
RESEARCH ENGINEERS	5	10	1	11	91	9
PHD STUDENTS	40	102	57	159	64	36
UNDERGRADUATE AND POSTGRADUATE STUDENTS (Inclou SRF, exclou High School Students)	8	12	9	21	57	43
VISITING SCIENTISTS AND PHD STUDENTS	7	29	1	30	97	3
TOTAL	90	273	97	370	74	26

PERSONAL DE SUPORT A LA RECERCA

	NACIONALS	#H	#D	TOTAL	%H	%D
MANAGEMENT*	44	16	37	53	30	70
ENGINEERING	16	13	4	17	76	24
KTT	6	4	7	11	36	64
TOTAL	66	33	48	81	41	59
PERSONAL INVESTIGADORS + DE SUPORT A LA RECERCA	156	306	145	451	68	32

* Inclou HR&E, Academic Affairs, Events, Finances, Projects, Safety, General Services, Corporate Communications, Facilities, IT i Manager

A continuació s'exposa l'evolució del personal a 31 de desembre de 2021 en comparació amb altres anys anteriors tenint en compte els grups laborals, sense comptar estudiants undergraduate/postgraduate.

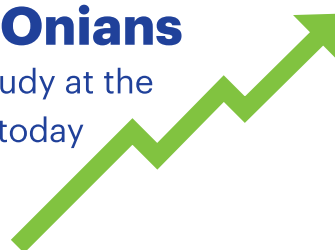




2000+ ICFOnians

since 2002

450 ICFOnians
work and study at the
centre today



PhD graduates



Seminars and other
training programs like
ICFO's Plus+ program
(average year 160+)



International Student Awards



Less than **2%** of eligible PhD
candidates are admitted

1. 2. Altres programes i iniciatives

1. 2. 1. Pla d'igualtat d'oportunitats

Durant el 2021 s'han realitzat diverses activitats en l'àmbit del Pla d'igualtat d'Oportunitats, algunes de les quals queden emmarcades també en el Pla d'Acció per a la implantació de l'estratègia d'excel·lència en Recursos Humans (HRS4R) i en el Pla d'Acció del programa d'Excel·lència Severo Ochoa atorgat a l'ICFO pel Ministerio de Ciencia e Innovación. A continuació es llisten les principals accions realitzades en aquest marc:

- El comitè de "Diversity and Inclusion" continua operant regularment amb unes obligacions i responsabilitats assignades centrades en qüestions generals de diversitat i inclusió i particularment també en qüestions de gènere.
- Al llarg del 2021 s'ha estat treballant en l'elaboració del nou Pla d'igualtat, amb la intenció de fer-lo públic a principis del 2022.
- Existència d'un protocol sobre l'assetjament sexual i per raó de gènere.
- Equilibri de gènere en els diversos comitès establerts a l'ICFO.
- Existència del document "Language Guidelines". La comunicació respectuosa i conscient és essencial per a la creació d'un entorn acollidor on tothom se senti lliure de discriminacions basades en un biaix conscient o inconscient.
- L'ICFO, amb el compromís d'implementar mesures específiques destinades a facilitar la conciliació de la vida laboral i familiar, facilita l'accés a sala de lactància a totes les dones que al·leten els seus nadons, permetent així continuar fent-ho després del seu retorn al treball.
- A cada planta de l'edifici de l'ICFO s'ha habilitat un "All-user restroom", amb la finalitat de seguir treballant perquè l'ICFO sigui un lloc inclusiu en matèria de diversitat de gènere.

Impulsat per ICONS i amb la col·laboració del comitè de Diversity and Inclusion, es va celebrar al llarg del mes de juny de 2021 el "PRIDE Month at ICFO" amb l'objectiu de donar visibilitat al problema mundial d'exclusió del col·lectiu LGBTQ+. Es va preparar un programa d'activitats que van incloure:

- Col·loqui: "LGBTQIA+ Diversity in STEM", a càrrec de l'Aitor Villafranca Velasco.
- Projectió del documental "Coming Out".
- Workshop "From Definitions to Intersectionality" a càrrec de l'Emilio López.
- Col·loqui: "Fighting anti-LGTBIQ Rethoric from the Sciences" a càrrec de Jara Juana Bermejo-Vega
- ICFO va acceptar la invitació que va rebre per part de BIST, a participar en el debat sobre la pel·lícula "Picture a Scientist". L'objectiu de la pel·lícula és augmentar la visibilitat de les problemàtiques en matèria de diversitat, equitat i inclusió que

es donen en el món científic. El debat s'enfocava en la reflexió sobre com fer que la ciència sigui més inclusiva.

- Seguiment de les bones pràctiques en l'àmbit d'igualtat de gènere en els processos de selecció i contractació. Aquestes es vehiculen a través de:
 - Adhesió de l'ICFO al European Charter for Researchers i al Code of Conduct for the Recruitment of Researchers adoptats per la Comissió Europea el 2005.
 - Inclusió d'una menció explícita als principis d'igualtat i de processos de selecció basats en mèrits en totes les convocatòries de treball de l'ICFO.
 - Inclusió explícita d'aquesta temàtica en el Codi de Bones Pràctiques en Selecció, document que es lliura a totes les persones, tant internes com externes, que participen en processos de selecció de l'ICFO.
- Participació en el programa "Science By Women" de "La Fundació Dones per Àfrica", amb l'estada de Dra. Latifa Guesmi, Doctora en Tecnologies de la Informació i les Telecomunicacions per la Universitat de Cartago, Tunísia, va treballar amb el grup de recerca Optoelectrònic dirigit pel professor ICREA Valerio Pruneri.
- Accions en l'àmbit de la divulgació científica: La divulgació científica és una de les missions prioritàries a l'ICFO, i una de les eines que l'Institut emprà en la promoció de la igualtat de gènere en el camp de la ciència i la tecnologia. Així, ICFO té en compte una sèrie d'indicacions com pot ser emprar llenguatge neutre, imatges que reflecteixin la diversitat de la societat, formats d'activitats que s'han comprovat ser atractius de forma transversal i visualitzar la presència de dones en la ciència assegurant que hi hagi paritat entre els ICFOnians que moderen, guien, dirigeixen o porten a terme les activitats. Activitats organitzades:
 - Coincidint amb la celebració del dia Internacional de la Dona i la Nena en la Ciència, l'ICFO va organitzar una sessió especial de "Fotònica en 5 minuts" en la que tres dones especialistes en fotònica van explicar en xerrades flaix a més de 1100 estudiants de secundària d'arreu de Catalunya això com de fora del territori els seus temes de recerca a l'ICFO. Aquesta activitat té com a objectiu trencar els motlles dels estereotips científics, donar visibilitat a referents científics femenins i a inspirar les noves generacions en la importància i l'impacte de la fotònica.
 - Una segona activitat en que l'ICFO ha participat en celebració de l'onze de febrer és la de les 100tífiques, organitzada pel BIST i la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), i en la qual 7 ICFOnians han donat xerrades sobre la seva recerca i la el dia a dia de la seva feina de forma virtual, inspirant les generacions més joves.
 - Totes les activitats organitzades contenen sempre amb la presència d'ICFOnians volent així normalitzar i donar visibilitat al rol de les dones científiques i investigadores.
- Des del 2020 ICFO lidera el grup de treball *Gender Equality*, a càrrec de les polítiques per a la promoció de la diversitat i inclusió de la comunitat quàntica a Europa dins la iniciativa

- **Quantum Flagship.** En el 2021 va conduir i publicar els resultats de l'enquesta sobre la situació de la paritat i la visió de la comunitat sobre aquest tema que l'ICFO va coordinar i a la qual van respondre 750 persones, posant de manifest la importància que té el tema per a la comunitat i la necessitat de crear eines per a millorar la situació. En aquest sentit, l'ICFO, com a coordinador d'aquestes tasques, està treballant directament amb el Strategic Advisory Board (comitè estratègic de la Quantum Flagship) en la identificació de mesures que aquesta gran iniciativa al voltant de les tecnologies quàntiques hauria de posar en marxa per a promoure la diversitat i inclusió a l'ecosistema quàntic europeu.
- Seguint a nivell europeu, durant el 2021 s'ha seguit duent a terme el projecte europeu CARLA, liderat i coordinat per l'ICFO dins del marc H2020 de la EU el qual inclou una part important sobre la diversitat i la inclusió. En aquest sentit, l'ICFO va liderar la constitució d'un grup de treball compost per persones expertes en diferents dimensions de la diversitat dins la ciència i la tecnologia, incloent gènere, LTGBI+ i discapacitat tant locals com internacionals, a més de representants de la comunitat fotogràfica de diferents edats, països i cultures d'Europa, Amèrica, Àfrica i Àsia per tal d'assegurar un disseny i implementació inclusiu dels esdeveniments CARLA. Aquest projecte, va començar l'1 de gener del 2020 amb una duració de 3 anys.
- Programa d'activitats "2021 ICFOnians for Women in Science Month": El Dia Internacional de les Dones i les Nenes en la Ciència (11 de febrer) i el Dia Internacional de la Dona (8 de març) són dos esdeveniments internacionals que han inspirat a l'ICFO per a dedicar un mes sencer (11 de febrer - 8 de març) a la celebració de Women in Science, centrat en la important contribució de la dona al món empresarial i la ciència. Durant la celebració d'aquest mes, s'han organitzat diverses activitats destinades a destacar les contribucions de les dones, contemplar accions per donar suport i augmentar el nombre de dones que trien la ciència com a carrera i aprendre més sobre les perspectives de les dones que treballen en tots els àmbits de ciències arreu del món. Durant aquest període, s'han realitzat les següents activitats:
 - **11 de febrer 2021:** Inauguració del "2021 ICFOnians for Women in Science Month" i col·loqui a càrrec de la Prof Halina Rubinsztein- Dunlop.
 - **17 de febrer 2021:** col·loqui a càrrec de la Dr Allison Romanyshyn, sota el títol "Equity, Diversity, and Inclusion – What SPIE Can Do".
 - **22 de febrer de 2021:** col·loqui a càrrec de la Dr Reiko Yamada, sota el títol "Women and creative process: what science can learn from arts".

- **25 de febrer de 2021:** col·loqui a càrrec de Dr Ino Agrafioti, sota el títol "ERC policies to equalize the opportunities of men and women in getting ERC funds".
- **01 de març de 2021:** workshop "Why we need to keep speaking about equity in science- case study Wikipedia".

S'ofereix a tota la comunitat ICFO la possibilitat de participar en el workshop "Empowering Women in the Workplace – A workshop for women and men". L'objectiu d'aquest taller és que les participants adquireixin una major confiança en si mateixes i en les seves pròpies capacitats i una major confiança a l'hora de posicionar-se en el seu equip i en d'altres cercles professionals.

1. 2. 2. Sensibilització envers la discapacitat

Durant el 2021, ICFO ha treballat amb una empresa proveïdora de serveis de neteja que contracta persones amb discapacitat així com també ha donat continuïtat a l'externalització dels serveis de recepció amb un Centre Especial de Treball. Finalment, ha treballat també amb Centres Especials de treball en l'àmbit de reprografia i compra de material d'oficina.

1. 2. 3. Resilience and well-being

Durant el 2021 ha tingut continuïtat el Programa de "Resilience & Well-being". Reconeixent que l'entorn de la recerca és un entorn exigent tant a nivell personal com intel·lectual, especialment per aquelles persones que s'han de traslladar fora dels seus països de provinença, es va crear aquest programa que busca ajudar al personal investigador a enfortir les seves capacitats d'afrontar els diferents desafiaments presents en la carrera investigadora.

En equip amb la consultoria OnBalance, s'ha dut a terme aquest programa que el 2020 ha inclòs 3 workshops destinats a:

- Millorar la capacitat de resposta als canvis i la incertesa
- Comprendre i practicar tècniques per millorar el benestar emocional
- Desenvolupar hàbits saludables per minimitzar o neutralitzar les conseqüències de l'estrès, millorar el benestar, la salut i l'efectivitat.

Photonic Research benefits society



**Light for
Energy**



**Light for
Health**



**Light for
Information**

1. 3. Sostenibilitat

1. 3. 1. Accions en Recerca Sostenible

A ICFO s'ha impulsat la recollida selectiva del plàstic net dels residus que es generen al laboratori de Biologia. Aquest material inclou ampolles, caixes de plàstic, tubs, bosses... que no han estat en contacte amb material biològic ni agents químics i que, d'altra manera, acaben en el circuit de gestió de plàstics on generalment no poden ser reciclats. L'ICFO ha donat part del material recollit durant 2021 a l'estudi d'art Koala Art For Kids, per a reutilitzar-lo en els seus tallers creatius. Amb aquest material, l'estudi ha realitzat dos tallers durant el 2021:

- *Il·lumina't reciclant*, a la Biblioteca Ramon Fernández Jurado de Castelldefels, dins del Programa Tastant Els Objectius de Desenvolupament Sostenible. (Castelldefels, 6 de Novembre de 2021)
- *Fanalets de Nadal*, al Centre Cívic Pere Pruna. (Barcelona, 28 de Desembre de 2021)

Des del BIST Sustainable Research Working Group, ICFO ha participat en la campanya de conscienciació Green Lab = Cleaner World; animant a la comunitat investigadora a prendre accions individuals i col·lectives per tal de reduir l'impacte mediambiental de la recerca. Com a membres d'aquest Working Group, ICFO també ha col·laborat en l'elaboració del BIST Sustainable Research Handbook, un guia de bones pràctiques per a una recerca més sostenible (properament disponible per a tots els centres BIST).

Il·lumina't reciclant, a la Biblioteca Ramon Fernández Jurado de Castelldefels



Fanalets de Nadal, al Centre Cívic Pere Pruna



1. 3. 2. Accions Institucional de Sostenibilitat

La sostenibilitat a l'Ícfo s'ha desenvolupat en tres àmbits:

1. ESTALVI ENERGÈTIC

- Substitució de l'enllumenat d'incandescència per enllumenat led: en zones comuns, sales i galeries tècniques i laboratoris. No és un canvi completat al 100%, si no que es fa de manera paulatina durant tot l'any.
- Adaptació del manteniment de la instal·lació de producció de fred d'acord amb l'època de més demanda: En els mesos "calorosos" (ho considerem a partir de que la capacitat de producció de fred arriba al 30%) es netegen setmanalment les bateries de condensació per afavorir l'intercanvi tèrmic i disminuir la despesa energètica).
- Reforç en el manteniment de filtres de climatització pel que fa a l'aspiració d'aire exterior i recuperador energètic.
- Seguiment de la temperatura i humitat exterior un mínim de 3 cops a la setmana per adaptar les consignes d'humitat i temperatura envers la reducció del consum energètic en els climatitzadors de serveis comuns. Per exemple, segons el RITE a l'hivern la temperatura de consigna hauria de ser 21 graus, si n'hi ha un canvi en les condicions exteriors i la temperatura passa a ser de 22 a finals de febrer, no és energèticament sostenible mantenir la temperatura a 21 graus i començar a refredar l'aire.
- Manteniment propi i extern de la instal·lació de plaques fotovoltaïques per augmentar la seva eficiència i monitorització de la producció per detectar desviaments.

2. TRACTAMENT DE RESIDUS

- Gestió de residus a través d'empresa gestora externa abastint: materials electrònics, metalls, filtres, dissolvents, residus químics, bateries, tòners, biològics, viruta metàl·lica i olis.
- Fomentar la classificació de residus (plàstics, paper, rebuig) amb paperes compartimentalitzades amb aquest objectiu.
- Tractament específic de fosses sèptiques.
- Ús dels serveis externs de reciclatge: cartró i bateries per part del Campus; mobles i fustes per part del servei municipal de Castelldefels.
- Fomentar i promoure el reaprofitament de palets per la construcció de mobiliari.
- Redisseny de la zona d'emmagatzematge de residus per fer una gestió més eficient i poder ampliar el tipus de residus tractat.
- Creació d'un emmagatzematge interior pel plàstic provinent del laboratori de biologia.

3. ACCIÓ SOCIAL

- Contractació de centres especials de treball pels serveis de front desk, reproducció i neteja.

La Ricerca

02

2. 1. Publicacions

A continuació es mostren en una taula el nombre i qualitat de les publicacions dels anys 2019, 2020 i 2021.

	2019		2020		2021	
	TA	% Q1	TA	% Q1	TOTAL	% Q1
Articles Originals	217	80	250	80	237	83
Reviews	10	70	8	88	11	81
Editorials	4	100	3	67	6	66

TA: Nombre total de documents publicats en revistes indexades a Scopus.

20 Articles representatius

LES 10 PUBLICACIONS DEL 2021 MÉS CITADES

- The marvels of moiré materials.**
 Andrei, E.Y.; **Efetov, D.K.**; Jarillo-Herrero, P.; MacDonald, A.H.; Mak, F.M.; Senthil, T.; Yazdani, A.; Young, A.F.
 Nature Reviews Materials **6**, 201-206 (2021)
- Direct observation of highly confined phonon polaritons in suspended monolayer hexagonal boron nitride.**
 Li, N.; Guo, X.; Yang, X.; Qi R.; Qiao, T.; Li, Y.; Shi, R.; Li, Y.; Liu, K.; Xu, Z.; Liu, L.; **Javier García de Abajo, F.**; Dai, Q.; Wang, E.-G.; Gao, P.
 Nature Materials **20**, 43-48 (2021)
- Symmetry-broken Chern insulators and Rashba-like Landau-level crossings in magic-angle bilayer graphene.**
 Das, I.; Lu, X.; Herzog-Arbeitman, J.; Song, Z.D.; Waranebe, K.; Taniguchi, T.; Bernevig, B.A.; **Efetov, D.K.**
 Nature Physics **17**, 710-714 (2021)
- Quantum Nanophotonics in Two-Dimensional Materials.**
Reserbat-Plantey, A.; **Epstein, I.**; **Torre, I.**; Costa, A.T.; Gonçalves P.A.D.; Mortensen N.A.; Polini M.; Song, J.C.; Peres, N.M.R.; **Koppens, F.H.L.**
 ACS Photonics **8**, 85-101 (2021)
- Twisted bilayer graphene. IV. Exact insulator ground states and phase diagram.**
 Lian, B.; Song, Z.-D.; Regnault, N.; **Efetov, D.K.**; Yazdani, A.; Bernevig, B.A.
 Physical Review B, **103**, 205414 (2021)
- Optical tweezers - From calibration to applications: A tutorial.**
Gieseler, J.; Gomez-Solano, J.R.; Magazzu, A.; Pérez Castillo, I.; Pérez García, L.; Gironella-Torrent, M.; Viader-Godoy, X.; Ritort, F.; Pesce, G.; Arzola, A.V.; Volke-Sepulveda, K.; Volpe, G.
 Advances in Optics and Photonics **13**, 74-241 (2021)
- Semiconductor quantum dots: Technological progress and future challenges.**
de Arquer, F.P.G.; Talapin, D.V.; Klimov, V.I.; Bayer, M.; Sargent, E.H.
 Science **373**, eaaz8541 (2021)
- Entanglement between distant macroscopic mechanical and spin systems.**
 Thomas, R.A.; Parniak, M.; Østfeldt, C.; **Møller, C.B.**; Bærentsen, C.; Tsaturyan, Y.; Schliesser, A.; Appel, J.; Zeuthen, E.; Polzik, E.S.
 Nature Physics **17**, 228-233 (2021)
- A quantum-logic gate between distant quantum-network modules.**
 Daïß, S.; Langenfeld, S.; Welte, S.; **Distante, E.**; Thomas, P.; Hartung, L.; Morin, O.; Rempe, G.
 Science **371**, 614-617 (2021)
- Nonlinear second-order photonic topological insulators.**
 Kirsch, M.S.; Zhang, Y.; Kremer, M.; Maczewsky, L.J.; Ivanov, D.K.; **Kartashov, Y.V.**; **Torner, LL.**; Bauer, D.; Szameit, A.; Heinrich, M.
 Nature Physics **17**, 995-1000



10 ARTICLES PUBLICATS DURANT EL 2021 DESTACATS

1. **Solution-processed PbS quantum dot infrared laser with room-temperature tunable emission in the optical telecommunications window.**
Whitworth, G.L.; Dalmases, M.; Taghipour, N.; Konstantatos, G
Nature Photonics **15**, 738-742 (2021)
2. **A quantum-logic gate between distant quantum-network modules.**
Daïf, S.; Langenfeld, S.; Welte, S.; Distant, E.; Thomas, P.; Hartung, L.; Morin, O.; Rempe, G.
Science **371**, 614-617 (2021)
3. **CO₂ electrolysis to multicarbon products in strong acid.**
Huang, J.E.; Li, F.W.; Ozen, A.; Rasouli, A.S.; de Arquer, F.P.G.; Liu, S.; Zhang, S.; Luo, M.; Wang, X.; Xu, Y.; Rui Kai Maiao, K.B.; Siton, D.; Sargent, E.H.
Science **372**, 1074 (2021)
4. **Cooperative epithelial phagocytosis enables error correction in the early embryo.**
Hojjman, E.; Hakkinen, H.M.; Tolosa-Ramon, Q.; Jiménez-Delgado, S.; Wyatt, C.; Miret-Cuesta, M.; Irimia, M.; Callan-Jones, A.; Wieser, S.; Ruprecht, V.
Nature **590** (7847)
5. **Spatiotemporal imaging of 2D polariton wave packet dynamics using free electrons.**
Kurman, Y.; Dahan, R.; Sheinfux, H.; Wang, K.; Adiv, Y.; Reinhardy, O.; Tizei L.H.G.; Woo, S.; Li, J.; Edgar, J.; Kociak, M.; Koppens, F.H.L.; Kaminer, I.
Science **372**, 1181 (2021)
6. **Observation of giant and tunable thermal diffusivity of a Dirac fluid at room temperature.**
Block, A.; Principi, A.; Hesp, N.C.H.; Cummings, A.W.; Liebel, M.; Watanabe, K.; Taniguchi, T.; Roche, S.; Koppens, F.H.L.; van Hulst, N.F.; Tielrooij, K.J.
Nature Nanotechnology **16**, 1195 (2021)
7. **Semiconductor quantum dots: Technological progress and future challenges.**
de Arquer, F.P.G.; Talapin, D.V.; Klimov, V.I.; Bayer, M.; Sargent, E.H.
Science **373**, eaaz8541 (2021)
8. **The marvels of moire materials.**
Andrei, E.Y.; Efetov, D.K.; Jarillo-Herrero, P.; MacDonald, A.H.; Mak, K.F.; Senthil, T.; Tutuc, E.; Yazdani, A.; Young, A.F.
Nature Reviews Materials **6**, 201-206 (2021)
9. **Josephson junction infrared single-photon detector.**
Walsh, E.D.; Jung, W.; Lee, G.H.; Efetov, D.K.; Wu, B.-I.; Huang, K.-F.; Ohki, T.A.; Taniguchi, T.; Watanabe, K.; Kim, P.; Englund, D.; Fong, K.C.
Science **372**, 409 (2021)
10. **Nonlinear second-order photonic topological insulators.**
Kirsch, M.S.; Zhang, Y.Q.; Kremer, M.; Maczewsky, L.J.; Ivanov, S.K.; Kartashov, Y.V.; Torner, L.; Bauer, D.; Szameit, A.; Heinrich, M.
Nature Physics **17** (9)(2021)

2. 2. La Recerca

2. 2. 1. Descripció

El personal de recerca de l'ICFO s'organitza en grups liderats per un Cap de Grup. L'ICFO es troba en fase d'expansió, i al 2021 ha arribat a acollir més de 400 investigadors, repartits en 24 grups de recerca, incloent-hi investigadors, estudiants de doctorat, visitants, staff, tècnics i personal d'administració. El personal es recluta arreu del món, cercant el millor talent i la més gran vocació.

La recerca a l'ICFO es porta a terme mitjançant programes a mig termini i projectes a curt termini en diversos camps de la fotònica, que inclouen tecnologies de la informació, dispositius nanofotònics, sensors remots, optoelectrònica, òptica integrada, òptica ultraràpida, biofotònica i òptica biomèdica entre d'altres.

Entre els principals aspectes de la motivació del programa de l'ICFO, trobem:

Informació

Mitjançant dispositius clàssics i quàntics per a comunicacions locals, de llarg abast; informàtica especialitzada d'alt rendiment, displays, etc.

Salut

Mitjançant un nombre creixent de tècniques punteres d'imatge avançada, noves teràpies, diagnosi precoç, nanomedicina, tècniques mínimament invasives, etc.

Energia

On per la seva pròpia naturalesa, la fotònica està en el cor de totes les tecnologies de generació i aprofitament de la llum i la il·luminació eficient.

Medi ambient

On la fotònica proporciona una gran quantitat d'eines de teledetecció úniques per controlar la humitat, la salinitat i la contaminació, i per l'agricultura i una gestió medioambiental eficients.

Seguretat

On la fotònica proporciona eines avançades pel control de la qualitat dels aliments, tecnologies de vigilància, comunicacions segures, conducció de cotxes, etc.

La recerca a l'ICFO és de frontera i és orientada. L'objectiu de l'ICFO és contribuir a augmentar el nivell tecnològic del sector industrial del país que pugui beneficiar-se de la fotònica.

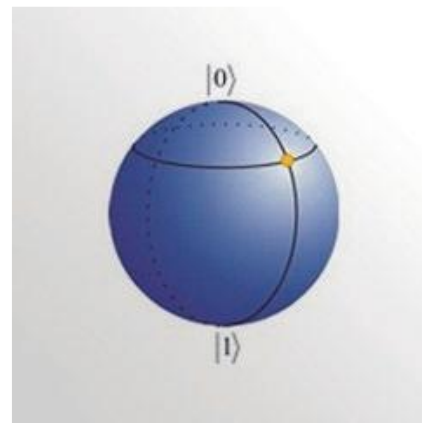
Els esforços d'investigació se centren en projectes de frontera. A ple rendiment, l'ICFO donarà resposta a les necessitats d'investigació i de formació de tecnòlegs en el camp de la fotònica, així com d'aplicació industrial i de promoció d'empreses de base tecnològica. Amb aquest objectiu l'ICFO col·labora activament amb inversors i participa en incubadores d'empreses.

2. 2. 2. Grups de recerca

1. Quantum Information Theory

Prof. Dr. Antonio Acín

L'objectiu principal de la recerca del grup és entendre com les lleis quàntiques poden ser explotades per dissenyar protocols nous per al processament de la informació i la comunicació, amb èmfasi en la criptografia quàntica. L'esforç d'investigació va des de qüestions molt abstractes, com les proves de seguretat dels protocols criptogràfics, a propostes d'implementacions d'aquests protocols i col·laboracions amb grups experimentals. Les activitats del grup abasten també qüestions de recerca en altres camps, com la termodinàmica quàntica, fundacions quàntica, òptica quàntica i la *many-body physics*.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Quantum Networks
- Quantum Information Beyond Quantum Information
- Certification of Quantum Technologies
- Device-independent Quantum Information Processing
- Quantum Information For Optimization and Machine Learning

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Variational quantum anomaly detection: Unsupervised mapping of phase diagrams on a physical quantum computer**
Kottmann, K; Metz, F; Fraxanet, J; Baldelli, N
Physical Review Research **3**, 4 (2021)
2. **Detecting Many-Body Bell Nonlocality by Solving Ising Models**
Frérot I; Roscilde T
Physical Review Letters **126**, 140504 (2021)
3. **No Bipartite-Nonlocal Causal Theory Can Explain Nature's Correlations**
Coiteux-Roy, X; Wolfe, E; Renou, MO Ph
Physical Review Letters **127**, 190502 (2021)
4. **Measurement-Device-Independent Entanglement Detection for Continuous-Variable Systems**
Abiuso, P; Bauml, S; Cavalcanti, D; Acin, A
Physical Review Letters **127**, 050503 (2021)
5. **Coarse-Grained Self-Testing**
Frerot, I; Acin, A
Physical Review Letters **127**, 040401 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Antonio Acín

RESEARCH FELLOWS

Dr. Manuel Gessner

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Stefan Bäuml
Dr. Dario de Santis
Dr. Donato Farina
Dr. Máté Farkas
Dr. Gaël Massé
Dr. Marcio Taddei
Dr. Artur Niezgoda
Dr. Enky Oudot
Dr. Marc-Olivier Renou
Dr. Gabriel Senno
Dr. Jacopo Surace
Dr. Victoria J. Wright

DOCTORANDS

Paolo Abiuso
María Balanzó Juandó
Cristian Boghiu
Marina F. B. Cenni
Bruna De Moraes
Chung-Yun Hsieh
Korbinian Kottmann
Luke Mortimer
Carlos Pascual
Javier Rivera Dean
Matteo Scandi

ESTUDIANTS

Joel Compte Prades
Álvaro García Hernández
Teodor Parella Dilmé
María Torras Pérez

VISITANTS

Eva Maria González Ruiz
Pedro Cruz
Shubhayan Sarkar

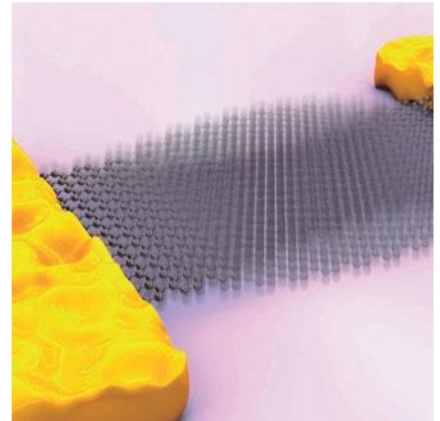
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
PHYSICAL REVIEW A	6
NEW JOURNAL OF PHYSICS	2
NATURE PHYSICS	1
PHYSICAL REVIEW APPLIED	1
JOURNAL OF COMPUTATIONAL ELECTRONICS	1
EXPERIMENTAL ASTRONOMY	1
NPJ QUANTUM INFORMATION	2
QUANTUM SCIENCE AND TECHNOLOGY	1
QUANTUM	5
PHOTONICS	1
JOURNAL OF MATHEMATICAL PHYSICS	1
SCIPOST PHYSICS	1
PHYSICAL REVIEW X	2
MACHINE LEARNING: SCIENCE AND TECHNOLOGY	2
PHYSICAL REVIEW RESEARCH	7
PRX QUANTUM	5
PHYSICAL REVIEW B	1
JOURNAL OF PHYSICS A-MATHEMATICAL AND THEORETICAL	1
TOTAL GENERAL	41

2. Quantum NanoMechanics

Prof. Dr. Adrian Bachtold

El grup se centra en la investigació mesoscòpica tant del transport quàntic d'electrons com de ressonadors mecànics. Exploren els fenòmens basats en la correlació d'electrons, els efectes quàntics i la topologia de nous sistemes de matèria condensada, com ara piles de grafè de bicapa torçada i cristalls simples d'una i dues dimensions. També utilitzen aquests sistemes per produir ressonadors mecànics dotats de fluctuacions quàntiques millorades i amb un temps de vida molt llarg, que són el centre del renaixement mecànic.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Mechanical Measurements Of Single Nuclear Spins
- Mechanical Resonators Based On Carbon Nanotubes
- Superconductivity In Twisted Bilayer Graphene
- Superfluid Helium On Carbon Nanotube
- Towards A Mechanical Quantum Bit

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Phonon-Induced Pairing in Quantum Dot Quantum Simulator**
Bhattacharya U; Grass T; Bachtold A; Lewenstein M; Pistoiesi F
Nano Letters. **21**, 9661-9667 (2021)
2. **Entanglement between distant macroscopic mechanical and spin Systems**
Thomas RA; Parniak M; Østfeldt C; Møller CB; Bærentsen C; Tsaturyan Y; Schliesser A; Appel J; Zeuthen E; Polzik ES
Nature Physics. **17**, 228 (2021)
3. **Interrelation of Elasticity and Thermal Bath in Nanotube Cantilevers**
Tepsic S; Gruber G; Møller CB; Magén C; Belardinelli P; Hernández ER; Alijani F; Verlot P; Bachtold A
Physical Review Letters. **126**, 175502 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Adrian Bachtold

PERSONAL INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Gernot Gruber

Dr. Christoffer Moller

Dr. Parmeshwar Prasad

Dr. Chandan Samanta

Dr. Lorenzo Vistoli

DOCTORANDS

Marta Cagetti

Himanshu Dev

Rajashree Haldankar

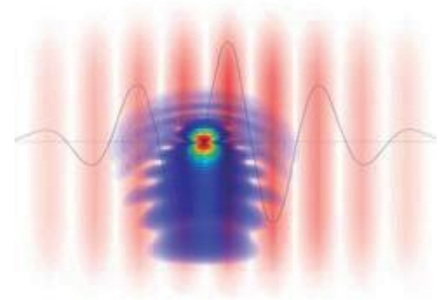
Roger Tormo Queralt

PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
NANO LETTERS	1
NATURE PHYSICS	1
PHYSICAL REVIEW LETTERS	1
TOTAL GENERAL	3

3. Attoscience and Ultrafast Optics

Prof. Dr. Jens Biegert



Us heu preguntat mai què hi ha darrere d'una reacció química, com es produeix una transició de fase o com interactuen els electrons, els girs i els nuclis en un sòlid que es converteix en superconductor? Totes aquestes àrees d'investigació, aparentment disperses, s'uneixen pel fet que la interacció dinàmica entre els seus blocs constructius, és a dir, els electrons, els girs i els nuclis, determinen la seva funció.

La investigació d'aquest grup té com a objectiu abordar aquest desafiament a través de la investigació de la dinàmica de diversos cossos en àtoms, molècules i sòlids en la seva escala de temps nativa atosegons. Per establir les tecnologies i mètodes, les seves activitats van des de la física làser ultraràpida i l'òptica no lineal extrema fins a la investigació i control de la dinàmica de paquets d'ones electròniques i nuclears. La combinació de control coherent, polsos de raigs X suaus (SXR) a un segon i potents tècniques d'imatge per coincidència ens permet desvelar aquests misteris. Els permet explorar les seves teories físiques més profundes, proporcionant un enfocament sistemàtic per comprendre i controlar les vies de reacció química i, en última instància, poder avançar en la imatge dinàmica biològica.

El grup treballa en un camp altament interdisciplinari que amalgama la física làser ultraràpida, l'òptica no lineal extrema, la física atòmica i la molecular, l'òptica de sincrotó XUV, la tecnologia UHV i tècniques d'imatgeria de coincidència electró-ió.

TEMÀTICA DE RECERCA

- Attosecond X-ray Science
- Quantum Dynamics
- Extreme Photonics
- Ultrafast Laser Science

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Quantum interference and imaging using intense laser fields**
Amini, K; Chacon, A; Eckart, S; Fetic, B; Kubel, M
European Physical Journal d **75**, 10 (2021)
2. **Seven-octave high-brightness and carrier-envelope-phase-stable light source**
Elu U; Maidment L; Vamos L; Tani F; Novoa D; Frosz MH; Badikov V; Badikov D; Petrov V; St J Russell P; Biegert J
Nature Photonics **15**, 277 (2021)
3. **Molecular structure retrieval directly from laboratory-frame photoelectron spectra in laser-induced electron diffraction**
Sanchez A; Amini K; Wang SJ; Steinle T; Belsa B; Danek J; Le AT; Liu X; Moshhammer R; Pfeifer T; Richter M; Ullrich J; Gräfe S; Lin CD; Biegert J
Nature Communications **12**, 1520 (2021)
4. **Two-dimensional retrieval methods for ultrafast imaging of molecular structure using laser-induced electron diffraction**
Wang, SJ; Danek, J; Blaga, CI; DiMauro, LF; Biegert, J; Lin, CD
Journal Of Chemical Physics **7**, 2194 (2021)
5. **Machine learning for laser-induced electron diffraction imaging of molecular structures**
Liu, XY; Amini, K; Sanchez, A; Belsa, B; Steinle, T; Biegert, J
Communications Chemistry **4**, 1 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Jens Biegert

DOCTORANDS

Ying-Hao Chien

Jie Meng

Julita Poborska

Xinyao Liu

Aurelien Sanchez

Stefano Severino

Hung-Wei Sun

Igor Tyulnev

PERSONAL

**INVESTIGADOR
POSTDOCTORAL**

Dr. Katharina Chirvi

VISITANTS

Dr. Daniel Rivas

Dr. Lenard Vamos

Nicolas Cox

PUBLICACIONS DEL 2021

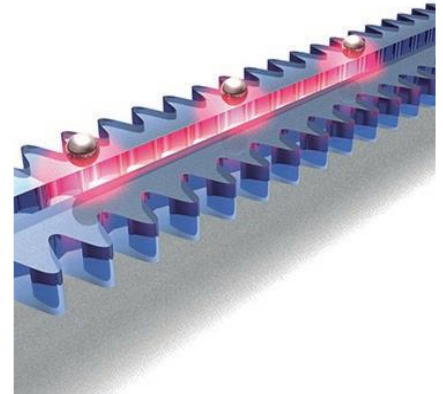
Revista	Total
JOURNAL OF PHYSICS B-ATOMIC MOLECULAR AND OPTICAL PHYSICS	1
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL D	1
NATURE PHOTONICS	1
NATURE COMMUNICATIONS	1
APPLIED PHYSICS REVIEWS	1
STRUCTURAL DYNAMICS-US	1
OPTICAL MATERIALS EXPRESS	1
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	1
COMMUNICATIONS CHEMISTRY	1
PHYSICAL REVIEW X	1
REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS	1
JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA B-OPTICAL PHYSICS	1
TOTAL GENERAL	12

4. Theoretical Quantum-Nano Photonics

Prof. Dr. Darrick Chang

La seva recerca se centra en el desenvolupament de noves tècniques per manipular les interaccions quàntiques entre la llum i la matèria, avançar en les eines teòriques per entendre aquests fenòmens i proposar noves aplicacions per a aquests sistemes.

Treballen en una combinació de recerca bàsica i aplicada en aquestes àrees; a més, col·laboren amb grups d'experimentació líders del món per tal de portar les seves idees a la pràctica.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Atom-nanophotonics interfaces
- Quantum optics and atomic physics
- Quantum optics using atomic arrays
- Nanoscale optical trapping techniques
- Quantum vacuum (Casimir) forces
- Optomechanics
- Quantum optics with 2D materials

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Engineering analog quantum chemistry Hamiltonians using cold atoms in optical lattices**
Physical Review a **103**, 4 (2021)
2. **Random singlet phase of cold atoms coupled to a photonic crystal waveguide**
Physical Review a **104**, 1 (2021)
3. **Unconventional quantum correlations of light emitted by a single atom in free space**
Goncalves D; Mitchell MW; Chang DE
Physical Review a **104**, 1 (2021)
4. **Transient dynamics of the quantum light retrieved from Rydberg polaritons**
Padrón-Brito A; Tricarico R; Farrera P; Distant E; Theophilo K; Chang D; De Riedmatten H
New Journal Of Physics **23**, 6 (2021)
5. **Critical temperature in the bcs-bec crossover with spin-orbit coupling**
Dell'anna L; Grava S
Condensed Matter **6**, 2 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Darrick Chang

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Gian Marcello Andolina

Dr. Giuseppe Calajò

Dr. Daniel Hümmel

Dr. Charlie-Ray Mann

DOCTORANDS

Francesco Andreoli

Javier Argüello Luengo

Daniel Goncalves Romeu

Stefano Grava

Teresa Karanikolaou

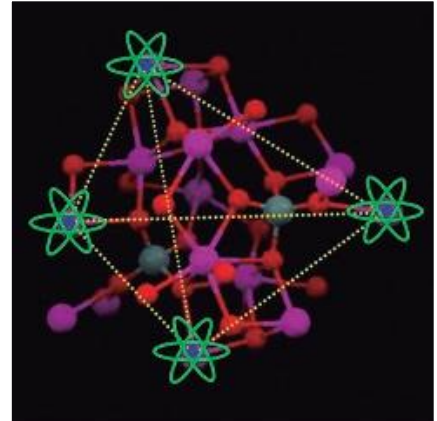
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
PHYSICAL REVIEW A	3
NEW JOURNAL OF PHYSICS	1
CONDENSED MATTER	1
PHYSICAL REVIEW X	1
PHYSICAL REVIEW RESEARCH	1
TOTAL GENERAL	7

5. Quantum Photonics with Solids and Atoms

Prof. Dr. Hugues de Riedmatten

Aquest programa de recerca se situa entre la ciència de la informació quàntica, l'òptica quàntica i la ciència a nanoescala. En concret, l'interès se centra en el control quàntic de la interacció de matèria i llum entre fotons individuals i conjunts atòmics formats per sòlids dopats amb metalls de les terres rares i gasos atòmics freds. L'objectiu de la recerca és desenvolupar els recursos físics per formar xarxes d'informació quàntica i repetidors quàntics necessaris per a incrementar la distància màxima de comunicació quàntica. Un dels objectius importants és el de permetre l'observació d'efectes quàntics extraordinaris, com l'entrellaçament, amb sistemes de materials distants, i investigar i ampliar els límits de la coherència quàntica en sistemes de materials complexos.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Solid State Quantum Memories
- Quantum Frequency Conversion And Hybrid Quantum Networks
- Quantum Light Sources Compatible With Solid State Quantum Memories
- Quantum Nodes With Laser Cooled Atomic Ensembles
- Quantum Non-Linear Optics At The Single Photon Level With Cold Rydberg Atoms
- Quantum Processing Nodes With Single Ions In Solid-State

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Dynamic control of Purcell enhanced emission of erbium ions in nanoparticles**
Nature Communications 23, 6 (2021)
2. **A quantum-logic gate between distant quantum-network modules**
Science 371, 6529 (2021)
3. **Probing the indistinguishability of single photons generated by Rydberg atomic ensembles**
Physical Review Research 3, 3 (2021)
4. **Nondestructive detection of photonic qubits**
Nature 591, 570 (2021)
5. **Telecom-heralded entanglement between multimode solid-state quantum memories**
Nature 594, 37 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Hugues de Riedmatten

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Samuele Grandi
Dr. María Auxiliadora Padron Brito
Dr. Klara Theophilo

DOCTORANDS

Eduardo Beattie
Chetan Deshmukh
Stefano Duranti
Lukas Heller
Darío Lago Rivera
Jan Lowinski
Susana Plascencia
Jelena Rakonjac

RESEARCH ENGINEERS

Sören Wengerowsky

ESTUDIANTS

Hanna Salamon

PUBLICACIONS DEL 2021

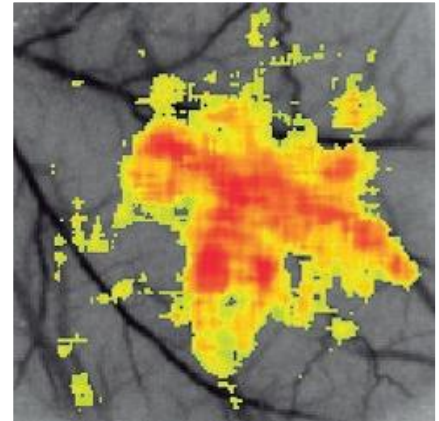
Revista	Total
NEW JOURNAL OF PHYSICS	1
NATURE COMMUNICATIONS	1
SCIENCE	1
PHYSICAL REVIEW RESEARCH	1
NATURE	2
PHYSICAL REVIEW LETTERS	1
TOTAL GENERAL	7

6. Medical Optics

Prof. Dr. Turgut Durduran

El grup d'Òptica Mèdica (ICFO-MEDOPT) nascut l'any 2009 pel Dr. Turgut Durduran com a grup interdisciplinari per desenvolupar noves tecnologies emprant fonòtica avançada per biomedicina clínica i preclínica. L'expertesa principal del grup és la monitorització i tomografia d'òptica difusa que empra fotos difusos per sondar amb un profunditat de 01-10cm els teixits. La recerca pretén avançar en el camp dels avenços tant en instrumentació teòrica com pràctica i de forma paral·lela. Se centren en aplicacions en neurologia i oncologia, així com en models d'estudis preclínic en animals i clínics en humans.

El treball interdisciplinari i col·laboratiu forma el nucli de la seva visió, així com el treball constant amb centres biomèdics, hospitals i departaments d'enginyeria a Espanya, Europa i el món. En particular mantenen estrets vincles amb altres centres de l'àrea de Barcelona i amb investigadors de la University of Pennsylvania, USA.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Diffuse Optical Instrumentation For Translational And Clinical Biomedical Research
- Transcranial, Non-invasive Neuro-monitoring With Diffuse Optics
- Translational Stroke Research
- Translational Oncology Research
- Physics Of Photon Migration In Live Tissues

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Cerebral and systemic physiological effects of wearing face masks in young adults**
Fischer JB; Frisk LK; Scholkmann F; Delgado-Mederos R; Mayos M; Durduran T
Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America **118**, 41 (2021)
2. **Peripheral microcirculatory alterations are associated with the severity of acute respiratory distress syndrome in COVID-19 patients admitted to intermediate respiratory and intensive care units**
Mesquida, J; Caballer, A; Cortese, L; Vila, C; Karadeniz, U; Pagliazzi, M; Zanoletti, M; Pacheco, AP; Castro, P; Garcia-de-Acilu, M; Mesquita, RC; Busch, DR; Durduran, T
Critical Care **25**, 1 (2021)
3. **Blood flow response to orthostatic challenge identifies signatures of the failure of static cerebral autoregulation in patients with cerebrovascular disease**
Gregori-Pla C; Mesquita RC; Favilla CG; Busch DR; Blanco I; Zarak P; Frisk LK; Avtzi S; Maruccia F; Giacalone G; Cotta G; Camps-Renom P; Mullen MT; Martí-Fàbregas J; Prats-Sánchez L; Martínez-Domeño A; Kasner SE; Greenberg JH; Zhou C; Edlow BL; Putt ME; Detre JA; Yodh AG; Durduran T; Delgado-Mederos R
Bmc Neurology **21**, 154 (2021)
4. **Neurodevelopmental profile in children with benign external hydrocephalus syndrome. A pilot cohort study**
Maruccia F; Gomáriz L; Rosas K; Durduran T; Paredes-Carmona F; Sahuquillo J; Poca MA
Childs Nervous System **37**, 2799 (2021)
5. **Accessing depth-resolved high spatial frequency content from the optical coherence tomography signal**
Alexandrov S; Arangath A; Zhou Y; Murphy M; Duffy N; Neuhaus K; Shaw G; McAuley R; Leahy M
Scientific Reports **11**, 17123 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Turgut Durduran

RESEARCH ENGINEERS

Umut Karadeniz
Daniel Senciales

PERSONAL INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Anurag Behera
Dr. Osman Melih Can
Dr. Lorenzo Cortese
Dr. Manish Verma
Dr. Muhammad Atif Yaquob
Dr. Marta Zanoletti
Dr. Fen Zhang
Dra Clara Vilches

ESTUDIANTS

Carolina Fajardo Vega
Diana Pineda

DOCTORANTS

Stella Avtzi
Faruk Beslija
Sumana Chetia
Pablo Fernández Esteberena
Lisa Kobayashi Frisk
Federica Maruccia
Veronika Parfentyeva
Susanna Tagliabue

PUBLICACIONS DEL 2021

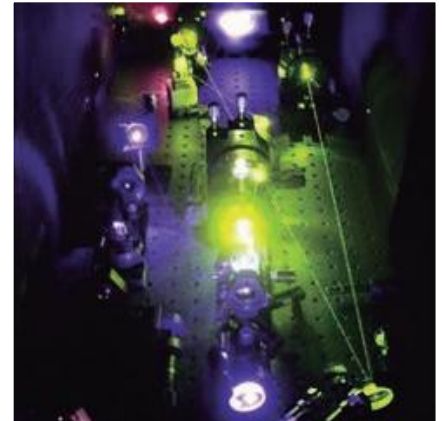
Revista	Total
SENSORS	1
CRITICAL CARE	1
BMC NEUROLOGY	1
CHILDS NERVOUS SYSTEM	1
J BIOMED OPT	1
SCIENTIFIC REPORTS	1
BIOMEDICAL OPTICS EXPRESS	5
JOURNAL OF QUANTITATIVE SPECTROSCOPY & RADIATIVE TRANSFER	1
STEM CELL RESEARCH & THERAPY	1
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	1
ACS NANO	1
TOTAL GENERAL	15

7. Optical Parametric Oscillators

Prof. Dr. Majid Ebrahim-Zadeh

L'activitat de recerca del grup se centra en el desenvolupament, l'estudi i l'aplicació de noves fonts de llum coherents amb propietats ajustables en regions de longitud d'ona inaccessibles als làsers convencionals i altres tecnologies existents. Aprofiten tècniques òptiques de conversió de freqüència en materials no lineals nous i despleguen dissenys d'arquitectura innovadors per subministrar radiació sintonitzable en noves i complexes regions espectrals (UV, visible i IR propers i mitjos). Desenvolupen fonts de llum basades en la generació harmònica i la mescla, la generació i l'amplificació òptica paramètrica i els oscil·ladors òptics paramètrics (OPOs) en tots els dominis temporals, des de l'ona contínua (cw) fins escales temporals ultraràpides de femtosegons.

Les fonts de llum innovadores desenvolupades en el grup ofereixen una enorme utilitat pràctica en diverses aplicacions científiques i tecnològiques com ara l'espectroscòpia, la detecció amb gas traça, els sensors ambientals/l'observació ambiental, la informació quàntica, la metrologia i la síntesi de freqüència, la fotoquímica, la microscòpia òptica, la biofotònica i la nanotecnologia. Un altre focus important en la recerca és la transferència de coneixement de la ciència bàsica a la indústria a través d'activitats de transferència tecnològica, comerç innovador i empenedoria. Es fa un gran esforç per desenvolupar tecnologies de conversió de freqüència innovadores per transferir-les del laboratori de recerca al mercat per a aplicacions industrials i usos científics.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Femtosecond Sources From The UV To Mid-IR
- Nonlinear Mid-Infrared And THz Sources
- Fiber-laser-based Ultrafast OPOs And Frequency Conversion Sources
- Technology Transfer And Commercial Enterprise
- Fiber-laser-based Cw OPOs And Frequency Conversion Sources

ARTICLES SELECCIONATS

1. **High-Power, Continuous-Wave, Fiber-Pumped Difference-Frequency-Generation at 2.26**
Sukeert ; Kumar SC; Ebrahim-Zadeh M
Ieee Photonics Technology Letters **33**, 627 (2021)
2. **Green-pumped continuous-wave parametric oscillator based on fanout-grating MgO:PPLN: publisher's note**
Sukeert ; Chaitanya Kumar S; Ebrahim-Zadeh M
Optics Letters **46**, 41 (2021)
3. **Tunable vortex beam generation using an optical parametric oscillator with an antiresonant-ring interferometer**
Sharma V; Chaitanya Kumar S; Samanta GK; Ebrahim-Zadeh M
Optics Letters **46**, 3235 (2021)
4. **Broadly tunable, intracavity injection-seeded, hybrid optical parametric oscillator**
Wei, JX; Kumar, SC; Ebrahim-Zadeh, M
Optics Letters **46**, 4502 (2021)
5. **High-power continuous-wave mid-infrared difference-frequency generation in the presence of thermal effects**
Chaitanya Kumar S; Sukeert ; Ebrahim-Zadeh M
Journal Of The Optical Society Of America B-Optical Physics **38**, 814 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Majid Ebrahim-Zadeh

RESEARCH FELLOWS

Dr. Chaitanya Kumar Suddapalli

PERSONAL

INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Alfredo Sánchez

DOCTORANDS

Sukeert

Joseph Wragg

PUBLICACIONS DEL 2021

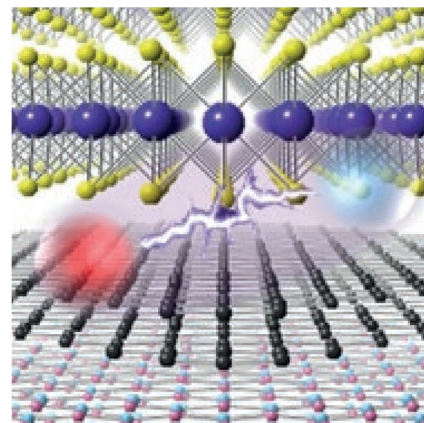
Revista	Total
IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS	1
PHYSICAL REVIEW X	1
OPTICS LETTERS	3
JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA	1
B-OPTICAL PHYSICS	
TOTAL GENERAL	6

8. Low-Dimensional Quantum Materials

Prof. Dr. Dmitri K. Efetov

Des de la primera extracció de grafè i el premi Nobel subsegüent, a causa de les seves fascinants propietats bidimensionals (2D), s'ha descobert una àmplia varietat de materials de gruix atòmic que, en conjunt, cobreix gairebé tots els fenòmens de la física de la matèria condensada, com ara el magnetisme, la superconductivitat, l'aïllament topològic, i molts més. En contrast amb els seus homòlegs 3D, aquests materials esdevenen fortament renormalitzats en l'estricta límit 2D, per mitjà d'una combinació de confinament quàntic i interaccions electròniques millorades. Com a resultat, aquests compostos fascinants presenten efectes quàntics millorats i mostren interaccions excepcionalment fortes amb els camps electromagnètics.

El grup de materials quàntics de baixa dimensió utilitza innovadores tècniques de nanofabricació per crear materials nous de disseny obtinguts per apilament vertical de diversos materials 2D, com el grafè, hBN, MoS₂, NbSe₂, etc. Un nombre infinit de combinacions i apilaments permet dissenyar sistemes quàntics exòtics amb uns nivells de control i ajustament sense precedents. Estudien aquests estats electrònics complexos amb una combinació de mesuraments elèctrics, òptics i tèrmics, i els empen per produir nous tipus de dispositius híbrids per a aplicacions de detecció quàntica.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Nanophotonics
- Quantum Optics

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Symmetry-broken Chern insulators and Rashba-like Landau-level crossings in magic-angle bilayer graphene**
Nature Physics **17**, 710 (2021)
2. **Observation of interband collective excitations in twisted bilayer graphene**
Nature Physics **17**, 1162 (2021)
3. **Giant enhancement of third-harmonic generation in graphene-metal heterostructures**
Nature Nanotechnology **16**, 318 (2021)
4. **Fast-field-cycling ultralow-field nuclear magnetic relaxation dispersion**
Nature Communications **12**, 4041 (2021)
5. **Competing Zero-Field Chern Insulators in Superconducting Twisted Bilayer Graphene**
Physical Review Letters **127**, 9 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Dmitri K. Efetov

DOCTORANDS

Ipsita Das

Di Battista Giorgio

Jaime Díez Mérida

Andrés Díez

Roop Kumar Mech

Rafael Luque Merino

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Alexandre Jaoui

Dr. Cheng Shen

Dr. Shuoying Yang

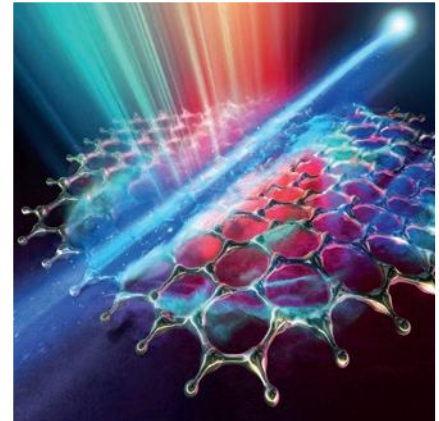
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
NATURE PHYSICS	2
NATURE NANOTECHNOLOGY	1
NATURE COMMUNICATIONS	1
2D MATERIALS	1
PHYSICA STATUS SOLIDI B-BASIC SOLID STATE PHYSICS	1
SCIENCE	1
PHYSICAL REVIEW RESEARCH	1
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	1
PHYSICAL REVIEW LETTERS	1
PHYSICAL REVIEW B	1
NANO LETTERS	1
TOTAL GENERAL	12

9. Nanophotonics Theory

Prof. Dr. Javier Garcia de Abajo

El nostre grup se centra en l'estudi de la resposta òptica dels materials nanoestructurats, així com en la interacció d'aquests materials amb electrons lliures en el microscòpia electrònica. Desenvolupem teoria per explicar i revelar nous fenòmens físics associats a la interacció de la llum i els electrons amb les excitacions òptiques que tenen com a principi àtoms, molècules i nanoestructures. En particular, investiguem els plasmons i els polaritons òptics, en general, en nanoestructures 3D i materials 2D, com ara el grafè i els metalls de cristall atòmicament prim, així com el seu acoblament en àtoms i molècules. Desenvolupem teoria per interpretar i ampliar l'espectroscòpia basada en el microscopi electrònic, especialment en el concurs d'interaccions llum-electró-matèria ultraràpida en el context del camp emergent de la microscòpia electrònica ultraràpida. També ens interessa explorar fenòmens quàntics i fenòmens clàssics exòtics que impliquen la resposta òptica de nanoestructures, com ara la fricció quàntica en el buit, els modes òptics col·lectius en el grafè i els plasmons moleculars. La nostra investigació té un caràcter fonamental, perquè investiguem fenòmens radicalment nous associats a les interaccions assenyalades, però també té un interès aplicat, tal com es mostra en moltes de les nostres publicacions en què explorem mètodes disruptius per a la detecció ultrasensible, caracterització de molècules individuals, gestió de la calor, ultraràpid. imatges espectrals amb resolució sub-fs/sub-meV/sub-nm, etc.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Nanoplasmonics
- Graphene Plasmonics
- Quantum Nanophotonics
- Electron Microscope Spectroscopies

ARTICLES SELECCIONATS

- Harnessing ultraconfined graphene plasmons to probe the electrodynamics of superconductors**
Costa AT; Gonçalves PAD; Basov DN; Koppens FHL; Asger Mortensen N; Peres NMR
Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America **118**, 4 (2021)
- Direct observation of highly confined phonon polaritons in suspended monolayer hexagonal boron nitride**
Li N; Guo X; Yang X; Qi R; Qiao T; Li Y; Shi R; Li Y; Liu K; Xu Z; Liu L; García de Abajo FJ; Dai Q; Wang EG; Gao P
Nature Materials **20**, 43 (2021)
- Can Copper Nanostructures Sustain High-Quality Plasmons?**
Mkhitarian V; March K; Tseng EN; Li X; Scarabelli L; Liz-Marzán LM; Chen SY; Tizei LHG; Stéphan O; Song JM; Kociak M; García De Abajo FJ; Gloter A
Nano Letters **21**, 2444 (2021)
- Optical Modulation of Electron Beams in Free Space**
García De Abajo FJ; Konečná A
Physical Review Letters **126**, 123901 (2021)
- Inelastic Scattering of Electron Beams by Nonreciprocal Nanostructures**
Yu, RW; Konecna, A; de Abajo, FJG
Physical Review Letters **127**, 15 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Javier Garcia de Abajo

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Kamran Akbari

Dr. P. André D. Gonçalves

Dr. Fadil Iyikanat

Dr. Andrew Weber

DOCTORANDS

Eduardo Arqué López

Saad Abdullah

Valerio Di Giulio

Eduardo Dias Machado

Álvaro Rodríguez Echarri

Yina Wu

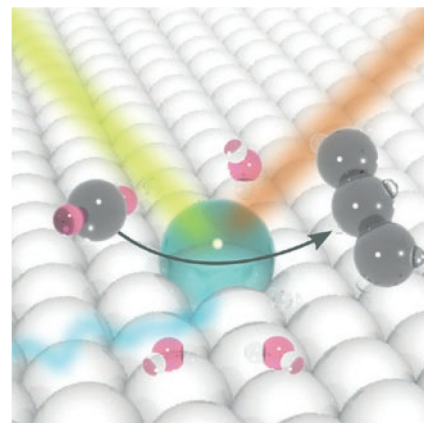
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
NATURE NANOTECHNOLOGY	1
NATURE COMMUNICATIONS	1
ACS PHOTONICS	5
NANOPHOTONICS	1
ADVANCED SCIENCE	1
OPTICA	2
SCIENCE ADVANCES	2
NPJ QUANTUM INFORMATION	1
LIGHT-SCIENCE & APPLICATIONS	1
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	1
PHYSICAL REVIEW LETTERS	2
OPTICS LETTERS	1
NATURE MATERIALS	1
NANO LETTERS	1
SMALL	1
ACS NANO	4
TOTAL GENERAL	26

10. CO₂ Mitigation Accelerated by Photons

Prof. F. Dr. Pelayo Garcia de Arquer

Calen accions urgents per a revertir les emissions de carboni i l'escalfament global. Una estratègia per fer-ho consisteix en la captura i la conversió de gasos d'efecte hivernacle com el diòxid de carboni (CO₂). Utilitzant electricitat renovable, aigua i un catalitzador, el CO₂ es pot reciclar en materials útils com ara combustibles o precursors químics àmpliament utilitzats. Aquest procés implica trencar molècules d'aigua i CO₂ i muntar els blocs de construcció resultants en el producte desitjat (per exemple, etanol). El catalitzador accelera la reacció desitjada, bloquejant els intermedis de la reacció en el moment adequat al lloc correcte i conduint la transferència d'electrons i protons a llocs específics. Malgrat les dècades de recerca en aquest camp, la comprensió encara limitada d'aquest procés impedeix aconseguir una conversió de CO₂ prou ràpida, selectiva, eficient energèticament i estable. Aquesta realitat frena la viabilitat d'aquesta tecnologia. Explorem l'ús de fotons per facilitar aquest procés, ajudant a entendre els diferents mecanismes implicats: des del nivell atòmic fins a la macroescala; de femtosegons a milers d'hores; durant la reacció. Amb l'ajuda de models computacionals i IA, utilitzem aquest coneixement per guiar el disseny de catalitzadors i sistemes nanoestructurats que aconsegueixen mètriques de rendiment desitjades. Treballem a la frontera entre una nova ciència i la tecnologia emergent. Els nostres interessos més àmplis abasten noves raccions químiques habilitades per fotons, així com l'ús de fotonica i nanomaterials per a aplicacions d'emmagatzematge d'energia.



ARTICLES SELECCIONATS

- Advances in solution-processed near-infrared light-emitting diodes**
Vasilopoulou M; Fakhruddin A; García de Arquer FP; Georgiadou DG; Kim H; Mohd Yusoff ARB; Gao F; Nazeeruddin MK; Bolink HJ; Sargent EH
Nature Photonics **15**, 656 (2021)
- Molecular structure retrieval directly from laboratory-frame photoelectron spectra in laser-induced electron diffraction**
Sanchez A; Amini K; Wang SJ; Steinle T; Belsa B; Danek J; Le AT; Liu X; Moshhammer R; Pfeifer T; Richter M; Ullrich J; Gräfe S; Lin CD; Biegert J
Nature Communications **12**, 1520 (2021)
- Water oxidation kinetics of nanoporous BiVO₄ photoanodes functionalised with nickel/iron oxyhydroxide electrocatalysts**
Francas, L; Selim, S; Corby, S; Lee, D; Mesa, CA; Pastor, E; Choi, KS; Durrant, JR
Chemical Science **12**, 7442 (2021)
- Laser-induced electron diffraction of the ultrafast umbrella motion in ammonia**
Belsa B; Amini K; Liu X; Sanchez A; Steinle T; Steinmetzer J; Le AT; Moshhammer R; Pfeifer T; Ullrich J; Moszynski R; Lin CD; Gräfe S; Biegert J
Structural Dynamics-US **8**, 014301 (2021)
- Semiconductor quantum dots: Technological progress and future challenges**
de Arquer FPG; Talapin DV; Klimov VI; Arakawa Y; Bayer M; Sargent EH
Science **373**, 014301 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. F. Pelayo Garcia de Arquer

DOCTORANDS

Blanca Belsa Carné

Aparna Das

ESTUDIANTS

Lara San Martín Suárez

Adrian Pinilla

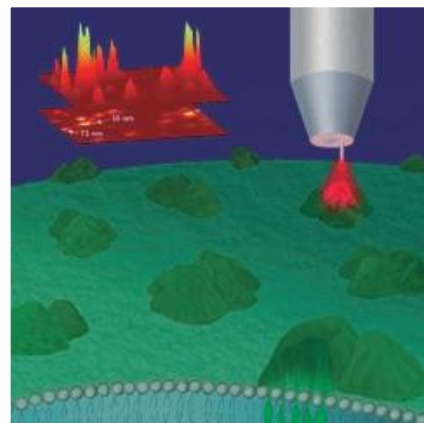
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
NATURE PHOTONICS	1
NATURE COMMUNICATIONS	1
CHEMICAL SCIENCE	1
STRUCTURAL DYNAMICS-US	1
SCIENCE	1
COMMUNICATIONS CHEMISTRY	1
TOTAL GENERAL	6

11. Single Molecule Biophotonics

Prof. Dr. María García-Parajo

La seva recerca se centra en el desenvolupament de tècniques d'òptiques avançades per a l'estudi de processos biològics a nivell unimolecular de cèl·lules vives. Els interessa el desenvolupament i l'aplicació de diferents formes de microscòpia de superresolució (STED, STORM, NSOM), així com les antenes fotòniques per arribar a resolucions espacials al voltant dels 10 nm en cèl·lules intactes. L'espectroscòpia de correlació de fluorescència en volums ultraconfinats i l'observació del moviment multicolor de partícules individuals s'utilitza per arribar a processos dinàmics amb resolucions temporals de fins a un microsegon. Utilitzant una combinació d'enfocaments, proposen entendre el funcionament de la compartimentació espaciotemporal de les biomolècules dins les cèl·lules per regular i controlar la funció cel·lular. Aquesta qüestió fonamental té implicacions importants en la salut i les malalties, i està relacionada amb els camps de la biologia cel·lular i la immunologia.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Development Of Quantitative, High Spatiotemporal Resolution Imaging Methods
- Quantitative Strategies For SR And Single Molecule Dynamics
- Advanced Photonic Antennas For Cellular Nano-imaging And Spectroscopy
- Super-resolution Imaging Of Nuclear Organization
- Dynamic Nanolandscape Of Immune Receptors
- Nano-Mechano-Biology On Living Cell Membranes
- Photonic Antennas For Ultra-sensitive Biomolecular Detection
- Plasmonics In Biology

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Objective comparison of methods to decode anomalous diffusion**
Munoz-Gil, G; Volpe, G; Garcia-March, MA; Aghion, E; Argun, A; Hong, CB; Bland, T; Bo, SO; Conejero, JA; Firbas, N; Orts, O; Gentili, A; Huang, ZH; Jeon, JH; Kabbech, H; Kim, Y; Kowalek, P; Krapf, D; Loch-Olszewska, H; Lomholt, MA; Masson, JB; Meyer, PG; Park, S; Requena, B; Smal, I; Song, T; Szwabinski, J; Thapa, S; Verdier, H; Volpe, G; Widera, A; Lewenstein, M; Metzler, R; Manzo, C
Nature Communications **12**, 1 (2021)
2. **LAP2alpha maintains a mobile and low assembly state of A-type lamins in the nuclear interior**
Naetar, N; Georgiou, K; Knapp, C; Bronshtein, I; Zier, E; Fichtinger, P; Dechat, T; Garini, Y; Foisner, R
Elife **10**, e63476 (2021)
3. **TANGO1 marshals the early secretory pathway for cargo export**
Raote I; Saxena S; Campelo F; Malhotra V
Biochimica Et Biophysica Acta-Biomembranes **1863**, 183700 (2021)
4. **Roadmap on bio-nano-photonics**
Herkert E; Slesiona N; Recchia ME; Deckert T; Garcia-Parajo MF; Fantuzzi EM; Pruccoli A; Ragupathy IC; Gudavičius D; Rigneault H; Majer J; Zumbusch A; Munger E; Brasselet S; Jones AT; Watson P; Boppart SA; Singh V; Borkar S; Quintela Rodríguez FE; Langbein W; Petropoulos V; van Hulst NF; Maiuri M; Cerullo G; Brida D; Troiani F; Rozzi CA; Molinari E; Vengris M; Borri P
Journal Of Optics **23**, 7 (21021)
5. **Correlative nanophotonic approaches to enlighten the nanoscale dynamics of living cell membranes**
Winkler, PM; Garcia-Parajo, MF
Biochemical Society Transactions **49**, 2357 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. María García-Parajo

RESEARCH FELLOWS

Dr. Felix Campelo

Dr. Jelena Stanisavljević

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Enric Gutiérrez Martínez

Dr. Juan Andrés Torreño Piña

DOCTORANDS

Jessica Angulo

Ediz Herkert

Sarah Keary

Christian Knapp

Lukas Lau

Nicolas Mateos Estevez

Natalia Salvat Lozano

ESTUDIANTS

Priyanuj Bordoloi

VISITANTS

Dr. Carlo Manzo

PUBLICACIONS DEL 2021

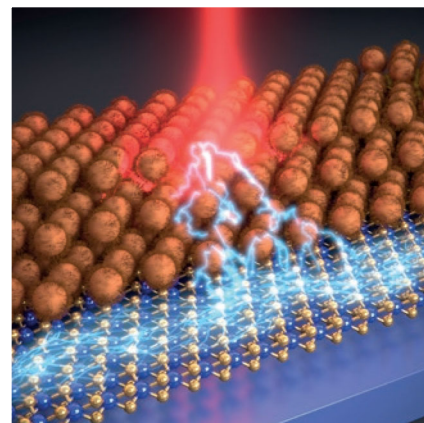
Revista	Total
CURRENT OPINION IN CELL BIOLOGY	1
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS	1
NATURE COMMUNICATIONS	1
ARCHIVES OF BIOCHEMISTRY AND BIOPHYSICS	1
BIOPHYSICAL JOURNAL	1
BIOCHIMICA ET BIOPHYSICA ACTA-BIOMEMBRANES	1
ELIFE	1
JOURNAL OF CELL BIOLOGY	1
CELLS	1
JOURNAL OF OPTICS	1
BIOCHEMICAL SOCIETY TRANSACTIONS	1
TOTAL GENERAL	11

12. Functional Optoelectronic Nanomaterials

Prof. Dr. Gerasimos Konstantatos

Fan servir avenços en nanociència i transformar-los en nanotecnologia per resoldre problemes del món real que la tecnologia convencional no pot solucionar o no pot fer-ho a un cost assequible per al benefici de la societat. Per aconseguir-ho s'han unit un grup de físics, químics i enginyers que aborden problemes complexos interdisciplinaris. Centrats en nous nanomaterials, nanoestructures i dispositius funcionals per a l'optoelectrònica i les aplicacions d'energies renovables.

El camp de recerca principal és el desenvolupament de cèl·lules solars de baix cost i gran eficiència a partir de materials nanoestructurals de toxicitat baixa i abundància alta per focalitzar el repte TW. També s'exploten fenòmens òptics que es produeixen a nanoescala per trencar les compensacions de llarga durada a les cèl·lules solars i als fotodetectors. Estudien optoelectrònicament les estructures plasmòniques actives que poden permetre que hi hagi cèl·lules solars ultra primes de baix cost i fotodetectors ultra sensibles.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Renewable Energies
- Light Emission
- Photodetection

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Advances in solution-processed near-infrared light-emitting diodes**
Vasilopoulou M; Fakharuddin A; García de Arquer FP; Georgiadou DG; Kim H; Mohd Yusoff ARb; Gao F; Nazeeruddin MK; Bolink HJ; Sargent EH
Nature Photonics **15**, 656 (2021)
2. **Solution-processed PbS quantum dot infrared laser with room-temperature tunable emission in the optical telecommunications window**
Whitworth, GL; Dalmases, M; Taghipour, N; Konstantatos, G
Nature Photonics **15**, 738 (2021)
3. **Hybrid 2D-QD MoS₂-PbSe Quantum Dot Broadband Photodetectors with High-Sensitivity and Room-Temperature Operation at 2.5 μm**
Kundu B; Özdemir O; Dalmases M; Kumar G; Konstantatos G
Advanced Optical Materials **9**, 2101378 (2021)
4. **Ag₂ZnSnS₄-ZnS core-shell colloidal quantum dots: a near-infrared luminescent material based on environmentally friendly elements**
Journal Of Materials Chemistry c **9**, 5682 (2021)
5. **Colloidal synthesis of lead-free Cs₂TiBr₆-xI_xperovskite nanocrystals**
Journal Of Materials Chemistry c **9**, 11098 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Gerasimos Konstantatos

RESEARCH ENGINEERS

Jae Taek Oh

DOCTORANDS

Gaurav Kumar
Shanti Maria Liga
Aditya Malla
Nima Taghipour
Stephy Vincent
Yongjie Wang

PERSONAL

INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Mariona Dalmases
Dr. Debranjian Mandal
Dr. Katerina Nikolaidou
Dr. Lucheng Peng
Dr. Hyun-Soo Ra
Dr. Zhuoran Wang
Dr. Guy Whitworth

ESTUDIANTS

Tim Broekema

PUBLICACIONS DEL 2021

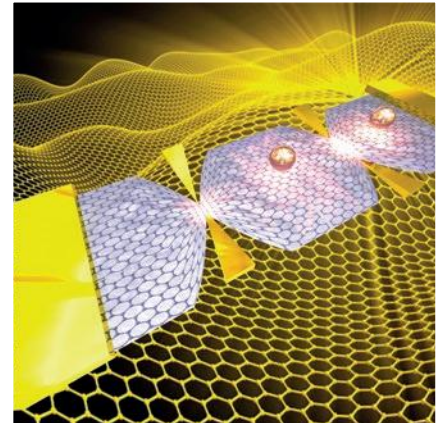
Revista	Total
NATURE PHOTONICS	2
APL MATERIALS	1
ACS APPLIED NANO MATERIALS	1
ADVANCED OPTICAL MATERIALS	1
JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY C	2
TOTAL GENERAL	7

13. Quantum Nano-Optoelectronics

Prof. Dr. Frank Koppens

El grup de nano-optoelectrònica quàntica, dirigit pel Prof. Koppens, estudia les interaccions entre la llum i la matèria a límits extrems. Diverses tècniques úniques i noves s'exploten per confinar la llum a longituds d'escala nano-mesurador i estudiar els processos físics en escales de temps ultra ràpides.

En aquests estudis són centrals la rica varietat de nous materials que són només d'un àtom de gruix: el grafè i els materials 2D. Aquests materials presenten propietats fascinants que tot just s'han començat a descobrir. També s'estan estudiant materials topològics i les seves interaccions amb la llum a escala nanomètrica. A banda de la nova ciència i la física, el grup desenvolupa nous conceptes per a la foto-detecció, sistemes d'imatges, de modulació òptica, processament de llum a escala nanomètrica i la commutació, així com els dispositius de salut i *fitness* flexibles i usables. L'objectiu és construir prototips d'aquestes tecnologies disruptives, en col·laboració amb la indústria. El grup treballa en estreta col·laboració amb el programa de grafè Flagship, la major iniciativa europea amb mil milions de euros de finançament durant deu anys.



TEMÀTICA DE RECERCA

- 2D And Quantum Materials For Topological And Quantum Nanophotonics
- Nano-photonics And Nano-optoelectronics With 2D Heterostructures And Twisted 2D Materials (ERC Consolidator Project TOPONANOP)

ARTICLES SELECCIONATS

- Observation of interband collective excitations in twisted bilayer graphene**
Hesp NCH; Torre I; Rodan-Legrain D; Novelli P; Cao Y; Carr S; Fang S; Stepanov P; Barcons-Ruiz D; Herzig Sheinfux H; Watanabe K; Taniguchi T; Efetov DK; Kaxiras E; Jarillo-Herrero P; Polini M; Koppens FHL
Nature Physics **17**, 1162 (2021)
- Giant enhancement of third-harmonic generation in graphene-metal heterostructures**
Alonso Calafell, Irati; Rozema, Lee A; Alcaraz Iranzo, David; Trenti, Alessandro; Jenke, Philipp K; Cox, Joel D; Kumar, Avinash; Bieliaiev, Hlib; Nanot, Sebastien; Peng, Cheng; Efetov, Dmitri K; Hong, Jin-Yong; Kong, Jing; Englund, Dirk R; Garcia de Abajo, F Javier; Koppens, Frank H L; Walther, Philip
Nature Nanotechnology **16**, 318 (2021)
- Observation of giant and tunable thermal diffusivity of a Dirac fluid at room temperature**
Nature Nanotechnology **16**, 1195 (2021)
- Single organic molecules for photonic quantum technologies**
Toninelli C; Gerhardt I; Clark AS; Reserbat-Plantey A; Götzinger S; Ristanovi? Z; Colautti M; Lombardi P; Major KD; Deperasi?ska I; Pernice WH; Koppens FHL; Kozankiewicz B; Gourdon A; Sandoghdar V; Orrit M
Nature Materials **20**, 1615 (2021)
- Nano-imaging photoresponse in a moiré unit cell of minimally twisted bilayer Graphene**
Hesp NCH; Torre I; Barcons-Ruiz D; Herzig Sheinfux H; Watanabe K; Taniguchi T; Krishna Kumar R; Koppens FHL
Nature Communications **12**, 1640 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Frank Koppens

DOCTORANDS

Hitesh Agarwal
David Barcons Ruiz
Sergi Batlle Porro
Ricardo Bertini
Sebastian Castilla Gómez
Matteo Ceccanti
Maximilian Heithoff
Geng Li
Álvaro Moreno Abajo
Krystian Nowakowski
Lorenzo Orsini
Varun-Varma Pusapati
Karuppasamy Soundarapandian

RESEARCH FELLOWS

Dr. Hanan Herzig Sheinfux
Dr. Ekaterina Khestanova
Dr. Antoine Reserbat-Plante

PERSONAL INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Domenico De Fazio
Dr. Roshan Krishna Kumar
Dr. Petr Stepanov
Dr. Iacopo Torre

ESTUDIANTS

Lex Dedding
Rebecca Hoffmann
Tatyana Ivanova

PUBLICACIONS DEL 2021

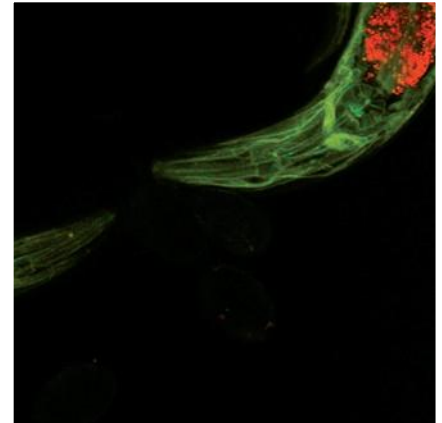
Revista	Total
JOURNAL OF PHYSICS B-ATOMIC MOLECULAR AND OPTICAL PHYSICS	1
NATURE PHYSICS	1
NATURE NANOTECHNOLOGY	2
NATURE COMMUNICATIONS	5
ACS PHOTONICS	2
2D MATERIALS	1
APL MATERIALS	1
SCIENCE ADVANCES	1
SCIENCE	1
PHYSICAL REVIEW RESEARCH	1
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	1
PHYSICAL REVIEW LETTERS	1
PRECISION ENGINEERING-JOURNAL OF THE INTERNATIONAL SOCIETIES FOR PRECISION ENGINEERING AND NANOTECHNOLOGY	1
NATURE MATERIALS	1
ACS NANO	2
TOTAL GENERAL	22

14. Neurophotonics and Mechanical Systems Biology

Prof. Michael Krieg

El seu principal objectiu de recerca és comprendre la importància de les propietats mecàniques de la cèl·lula per a la salut i les malalties en els nivells molecular i de sistemes. Les forces mecàniques són senyals omnipresents que proporcionen informació sobre els nostres entorns i el nostre propi cos en el tacte i quan caminem, respirem o ens enamorem.

Encara que les deficiències per detectar i fer front a les forces mecàniques estan vinculades a les malalties humanes que inclouen les neuropaties perifèriques i els trastorns neurodegeneratius, no se sap gaire de les connexions entre biomecànica i les malalties. Un dels motius d'aquest dèficit rau en el repte tècnic que representa detectar les forces i les deformacions que en resulten dintre d'una cèl·lula o d'un organisme viu. Per omplir aquest buit i avançar en la comprensió d'aquests fenòmens, desenvolupen i despleguen noves eines optogenètiques (FRET, biologia sintètica i ampliació del codi genètic) per mesurar forces de piconewtons i les seves conseqüències dintre les cèl·lules. A partir d'aquestes dades, i informats per prediccions teòriques, obtenen coneixement i comprensió mecànica sobre com els canvis mecànics, dins la proteïna i la cèl·lula, contribueixen a transformacions patològiques en mecanosensació i protecció. A causa de l'abundància de les eines genètiques disponibles, utilitzen com a model el petit cuc nematode *Caenorhabditis elegans*, amb el seu sistema nerviós compacte integrat per només 302 neurones, la seva curta vida i el seu senzill pla corporal. Aprofiten eines microfluídiques i nanotecnològiques per aplicar forces precises a cèl·lules o animals. Simultàniament, visualitzen forces mecàniques i les seves conseqüències utilitzant sensors d'estrès optogenètics i microscòpia d'avantguarda.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Towards A Unifying Principle Of Mechanosensation
- Mechanical Stress In Neurodegeneration
- Engineering A Prosthetic Cellular Communication System

ARTICLES SELECCIONATS

1. **An asymmetric mechanical code ciphers curvature-dependent proprioceptor activity**
Das R; Lin LC; Català-Castro F; Malaiwong N; Sanfeliu-Cerdán N; Porta-De-la-Riva M; Pidde A; Krieg M
Science Advances **7**, eabg4617 (2021)
2. **Direct force measurements of subcellular mechanics in confinement using optical tweezers**
Català-Castro F; Venturini V; Ortiz-Vásquez S; Ruprecht V; Krieg M
Jove-Journal Of Visualized Experiments 2021, **174** (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Michael Krieg

Dr. Montserrat Porta

PERSONAL INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Frederic Català Castro

Dr. Ravi Das

Dr. Malak Y. El-Quessny

Dr. Adriana González

Dr. Shadi Karimi

Dr. Carmen Martínez Fernández

Dr. Aleksandra Pidde

DOCTORANDS

Costanza Agazzi

Lynn Lin

Nawaphat Malaiwong

Luis Felipe Morales

Santiago Ortiz Vásquez

Neus Sanfeliu

ESTUDIANTS

Eric Torralba Sales

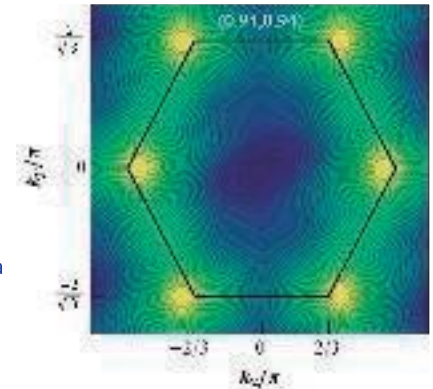
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
SCIENCE ADVANCES	1
JOVE-JOURNAL OF VISUALIZED EXPERIMENTS	1
TOTAL GENERAL	2

15. Quantum Optics Theory

Prof. Dr. Maciej Lewenstein

El grup treballa en un espectre de problemes molt ampli: des de l'òptica quàntica estàndard, passant per la física de matèria en impulsos làsers ultraintensos i ultracurts, fins a la teoria de la informació quàntica (fonaments matemàtics i implementacions en sistemes atòmics, d'òptica quàntica i de matèria condensada), i física d'àtoms ultrafreds (des de sistemes amb interacció feble, òptica atòmica no lineal) a sistemes fortament correlacionats, gasos de retícula, models de Hubbard, etc. Les línies de recerca més recents inclouent l'aprenentatge automàtic clàssic i quàntic, així com estudis de difusió anòmala en biologia i matèria condensada tova.



ARTICLES SELECCIONATS

- Generation of optical Schrodinger cat states in intense laser-matter interactions**
Lewenstein M; Ciappina MF; Pisanty E; Rivera-Dean J; Stammer P; Lamprou T; Tzallas P
Nature Physics **17**, 1104 (2021)
- Laser-induced transient magnons in Sr3Ir2O7 throughout the Brillouin zone**
Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America **118**, 22 (2021)
- Measurement-Device-Independent Entanglement Detection for Continuous-Variable Systems**
Abiuso, P; Bauml, S; Cavalcanti, D; Acin, A
Physical Review Letters **126**, 190502 (2021)
- Optimal Entanglement Witnesses: A Scalable Data-Driven Approach**
Frérot I; Roscilde T
Physical Review Letters **127**, 040401 (2021)
- Detecting Many-Body Bell Nonlocality by Solving Ising Models**
Frérot I; Roscilde T
Physical Review Letters **126**, 140504 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Maciej Lewenstein

DOCTORANDS

Bárbara Andrade

Niccolò Baldelli

Mohit Lal Bera

David Cirauqui Garcia

Anna Dawid

Jaime Díez Mérida

Gabriel Fernández

Fernández

Joana Fraxanet Morales

Katerina Gratsea

Sergi Julià Farré

Korbinian Kottmann

Guillem Müller Rigat

Jessica Oliveira de Almeida

Eloy Piñol

Pavel Popov

Borja Requena Pozo

Tymoteusz Salamon

Anubhav Kumar Srivastava

Philipp Stammer

VISITANTS

Dr. Luca Barbiero

Dr. Alessio Celi

Dr. Giulia de Rosi

Dr. Irénée Frérot

Dr. Emilio Pisanty

Dr. Miguel Ángel García March

Dr. Bruno Julia Díaz

Prof. Dr. Boris Malomed

Dr. Pietro Massignan

Dr. Robert Moszynski

Dr. Manabendra Nath Bera

Dr. Marcin Plodzien

Dr. Debraj Rakshit

Dr. Shi Ju Ran

Dr. Luca Tagliacozzo

Dr. Emanuele Tirrito

Dr. Jordi Tura

Prior Grochowski

Aleksander Piotr Wozniak

RESEARCH FELLOWS

Dr. Alexandre Dauphin

Dr. Tobias Grass

Dr. Alan Johnson

Dr. Valentin Kasper

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Utso Bhattacharya

Dr. Bernhard J. Irsigler

Dr. Andrés Ordoñez

Dr. Piotr Sierant

Dr. Paolo Stornati

Dr. Reiko Yamada

ESTUDIANTS

Carlos Ramos Marimón

TEMÀTICA DE RECERCA

- Ultracold Dipolar Gases
- Disordered Ultra-cold Atomic Gases
- Ultracold Atoms And Quantum Optics
- Nano Optics And Quantum Many-body Physics
- Attosecond Physics
- Quantum Information Theory
- Spin-tomics (Spin-tronics With Atoms)
- Quantum Gauge Theories And Ultracold Atoms
- Frustrated Spin Systems
- Stochastic Models For Transport And Self-organization In Biological Systems

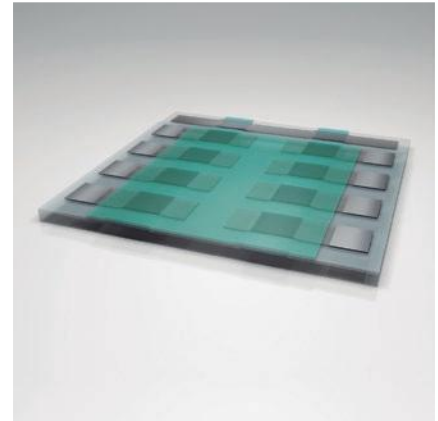
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
JOURNAL OF PHYSICS B-ATOMIC MOLECULAR AND OPTICAL PHYSICS	1
PHYSICAL REVIEW A	10
OPTICS EXPRESS	1
NEW JOURNAL OF PHYSICS	2
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL D	2
NATURE PHYSICS	1
NATURE COMMUNICATIONS	1
STRUCTURAL DYNAMICS-US	1
OPTICA	1
JOURNAL OF COMPUTATIONAL ELECTRONICS	1
SCIENCE ADVANCES	1
NPJ QUANTUM INFORMATION	1
APL PHOTONICS	1
QUANTUM SCIENCE AND TECHNOLOGY	2
QUANTUM	3
PHOTONICS	1
APPLIED PHYSICS LETTERS	1
FRONTIERS IN APPLIED MATHEMATICS AND STATISTICS	1
SCIENTIFIC REPORTS	1
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	1
SCIPOST PHYSICS	1
MACHINE LEARNING: SCIENCE AND TECHNOLOGY	2
PHYSICAL REVIEW RESEARCH	2
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	1
PHYSICAL REVIEW LETTERS	6
PRX QUANTUM	3
REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS	1
PHYSICAL REVIEW B	7
NANO LETTERS	1
JOURNAL OF OPTICS	2
FARADAY DISCUSSIONS	1
TOTAL GENERAL	61

16. Organic Nanostructured Photovoltaics

Prof. Dr. Jordi Martorell

La nostra recerca se centra en el disseny, implementació i estudi de noves configuracions nanofotòniques per transformar la llum solar en altres formes d'energia. Pretenem aconseguir un ús sostenible dels recursos energètics de la terra, la generació d'electricitat, així com nous sistemes de producció de combustibles solars o d'energia. L'emmagatzematge haurà de basar-se en nous materials i noves configuracions capaces de proporcionar una transformació òptima de la llum solar en altres formes d'energia. La recerca del grup se centra en l'estudi i la implementació experimental de noves estructures nanofotòniques per aconseguir una transformació òptima de la llum solar. Les configuracions nanofotòniques que implementem estan dissenyades mitjançant diverses eines computacionals potents combinades amb una comprensió profunda de la propagació de les ones electromagnètiques. El grup també se centra en la implementació d'estratègies de gestió de la llum per a la producció de combustibles solars i la recollida i emmagatzematge d'energia. S'implementen estructures fotòniques 1D i 3D per maximitzar l'absorció solar i la conversió de fotoelectrodes d'òxid metàl·lic nanoestructurat juntament amb cèl·lules solars orgàniques i perovskites. S'estudien les reaccions fotoelectroquímiques (PEC) de divisió d'aigua i reducció de CO₂ combinades amb cocatalitzadors orgànics i inorgànics. També s'estudien altres noves estratègies d'emmagatzematge com l'emmagatzematge d'hidrogen al pla basal del grafè



TEMÀTICA DE RECERCA

- Organic Photovoltaics
- Solar Fuel Production- CO Reduction
- Energy Storage In Graphene Oxide

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Photocurrent-Detected 2D Electronic Spectroscopy Reveals Ultrafast Hole Transfer in Operating PM6/Y6 Organic Solar Cells**
Bolzonello L; Bernal-Texca F; Gerling LG; Ockova J; Collini E; Martorell J; van Hulst NF
Journal Of Physical Chemistry Letters **12**, 3983 (2021)
2. **Stabilization of the J-V characteristic of a perovskite solar cell using an intelligent control loop**
Bheesayagari CR; Martínez-Denegri G; Orpella A; Pons-Nin J; Bermejo S; Alcubilla R; Martorell J; Domínguez-Pumar M
Electronics **10**, 1 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Jordi Martorell

DOCTORANDS

Francisco Bernal
Catarina Gonçalves Ferreira
Mariia Kramarenko
Sidney Palardonio
Constanza Sansierra

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Guillermo Martínez-Denegri
Sánchez
Dr. Carles Ros Figueras
Dr. Mingyu Zhang

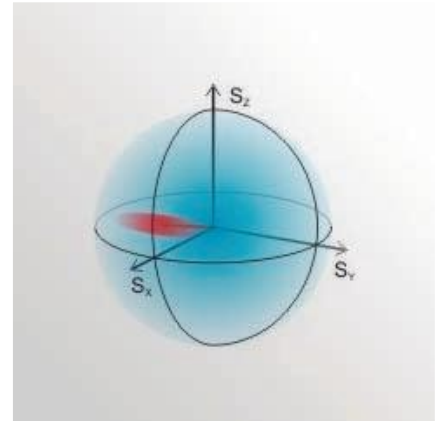
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
Journal Of Physical Chemistry Letters	1
Electronics	1
TOTAL GENERAL	2

17. Atomic Quantum Optics

Prof. Dr. Morgan Mitchell

Estudien com es manifesta la física quàntica en sistemes atòmics i òptics, especialment en processos quàntics que sorgeixen a partir de les interaccions llum-àtom. Una de les àrees de recerca principals són els sensors quàntics atòmics, per als quals han desenvolupat sistemes atòmics de vapor calent, refredats amb làser i ultra-freds. Aquests sistemes han permès demostrar un augment en la detecció dels camps magnètics i, de forma més general, estan treballant per entendre com l'entrellaçament i altres efectes quàntics poden millorar la tecnologia dels sensors quàntics. Una altra de les seves àrees d'interès és la física quàntica fonamental en la interfície llum-àtom. Per això treballen amb àtoms individuals atrapats i àtoms ultrafreds. Finalment, estudien l'aleatorietat quàntica, i la seva relació amb la tecnologia i els fonaments de la física.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Quantum Metrology And Quantum Control With Cold Spin Ensembles
- Quantum Sensing Using Ultra-cold Atoms
- Vapor-phase Quantum Sensors
- Atom-photon Interface At The Single-quantum Level

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Autoheterodyne Characterization of Narrow-Band Photon Pairs**
Prakash V; Sierant A; Mitchell MW
Physical Review Letters **127**, 043601 (2021)
2. **Squeezed-Light Enhancement and Backaction Evasion in a High Sensitivity Optically Pumped Magnetometer**
Troullinou, C; Jimenez-Martinez, R; Kong, J; Lucivero, VG; Mitchell, MW
Physical Review Letters **127**, 9 (2021)
3. **Device-independent randomness expansion with entangled photons**
Shalm LK; Zhang Y; Bienfang JC; Schlager C; Stevens MJ; Mazurek MD; Abellán C; Amaya W; Mitchell MW; Alhejji MA; Fu H; Ornstein J; Mirin RP; Nam SW; Knill E
Nature Physics **17**, 452 (2021)
4. **Femtotesla Direct Magnetic Gradiometer Using a Single Multipass Cell**
Lucivero, VG; Lee, W; Dural, N; Romalis, MV
Physical Review Applied **15**, 1 (2021)
5. **Unconventional quantum correlations of light emitted by a single atom in free space**
Goncalves D; Mitchell MW; Chang DE
Physical Review a **104**, 1 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Morgan Mitchell

RESEARCH FELLOWS

Dr. Michael Tayler

PERSONAL INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Daniel Benedicto Orenes

Dr. Vito Giovanni Lucivero

Dr. Kostas Mouloudakis

Dr. Aleksandra Sierant

DOCTORANDS

Enes Aybar

Lorena Bianchet

Sven Bodenstedt

Natalia Alves

Stuti Gugnani

María Hernández Ruiz

Tomáš Lamich

Chiara Mazzinghi

Vindhiya Prakash

Charikleia Troullinou

Laura Zarraoa

PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
PHYSICAL REVIEW A	2
OPTICS EXPRESS	1
NATURE PHYSICS	1
NATURE COMMUNICATIONS	1
PHYSICAL REVIEW APPLIED	1
2D MATERIALS	1
PHYSICA STATUS SOLIDI B-BASIC SOLID STATE PHYSICS	1
PHYSICAL REVIEW LETTERS	2
NANO LETTERS	1
TOTAL GENERAL	11

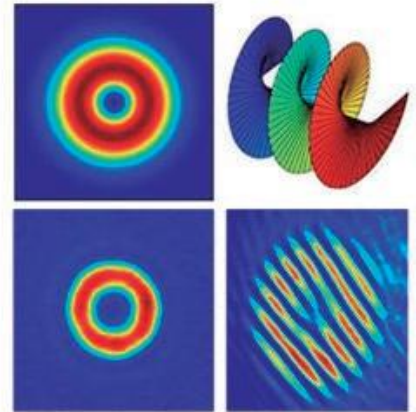
18. Quantum Engineering of Light

Prof. Dr. Juan P. Torres

Generen, dimensionen, usen i detecten nous tipus de llum clàssica i quàntica per:

- Explorar aspectes fonamentals de teoria quàntica.
- Habilitar o millorar la implementació d'aplicacions que poden requerir tipus específics de llum quàntica o clàssica, especialment en comunicacions, en sondatge i imatge d'alta resolució.

Consideren, amb especial interès, noves maneres d'ajustar la freqüència i l'entrellaçament espacial de fotons emparellats, per mitjà de la implementació de noves configuracions en esquemes de conversió paramètrica espontània baixa. La forma espacial de fotons s'utilitza per generar *qudits* amb propietats a demanda (enginyeria quàntica espacial). Dos laboratoris ben equipats amb quatre taules òptiques, CW i làsers d'impulsos en diverses longituds d'ona, mòduls de comptatge de fotó únic en diferents bandes de freqüència, cristalls no lineals, monocromadors, espectròmetres i tot l'equipament òptic i electrònic necessari.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Moment angular orbital de la llum
- Enginyeria quàntica de la llum: generació, detecció i ús de nous estats quàntics de la llum
- De l'òptica quàntica a la biologia

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Spin-orbit X states**
Balthazar, WF; Braga, DG; Lamego, VS; Passos, MHM; Huguenin, JAO
Physical Review a **103**, 2 (2021)
2. **Equivalence regimes for geometric quantum discord and local quantum uncertainty**
Cordero, O; Villegas, A; Alvarez, JR; Leon-Montiel, RD; Passos, MHM; Torres, JP
Physical Review a **104**, 4 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Juan P. Torres

DOCTORANDS

Gerard Jiménez Machado
Daniel Urrego
Arturo Villegas

PERSONAL INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Marcello Henrique Marques Passos

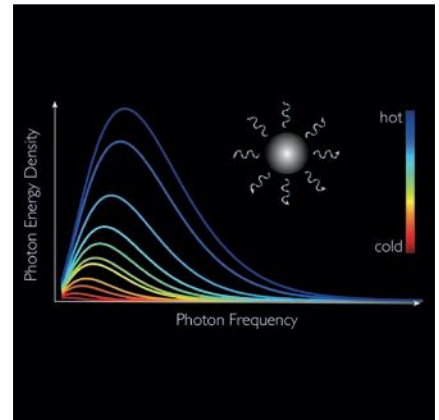
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
PHYSICAL REVIEW A	2
TOTAL GENERAL	2

19. Thermal Photonics

Prof. Dr. Georgia Papadakis

Tots els materials a una temperatura diferent de zero emeten llum en forma de radiació tèrmica. L'extracció de llum i energia d'objectes macroscòpics calents com el sol, una bombeta incandescent o una peça de metall està limitada per l'espectre predeterminat de radiació del cos negre. Aconseguir el control del flux de llum a escales de sublongitud d'ona pot modificar aquest espectre. Això crea un espai de paràmetres més gran que permet adaptar el flux de calor radiativa, amb aplicacions en gestió tèrmica, energies renovables, optoelectrònica, emissió de llum i detecció. El grup de fotònica tèrmica es dedica a la recerca teòrica i experimental sobre l'emissió tèrmica i el control de la transferència de calor radiativa entre cossos a diferents temperatures. Estudiem les propietats infrarojes de materials naturals, així com de nanoestructures (per exemple, metamaterials) i materials emergents amb una resposta òptica única (per exemple, materials polaritònics de baixa dimensió) i propietats radiatives favorables. A més, investiguem mesures per ajustar activament l'emissió tèrmica i cerquem dissenys per apropar-nos als límits termodinàmics en la conversió d'energia de calor a electricitat.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Polaritons And Radiative Heat Transfer
- Actively Tailorable Thermal Emission
- Spectroscopy Of Infrared Materials And Nanostructures
- From Heat To Renewable Energy

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Thermodynamics of light management in near-field thermophotovoltaics**
Georgia T. Papadakis, Meir Orenstein, Eli Yablonovitch, and Shanhui Fan
Phys. Rev. Applied **16**, 064063 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Georgia Papadakis

DOCTORANDS

Michael T. Enders
Kartika Nimje

PERSONAL

INVESTIGADOR

Dr. Mariano Pascale

Dr. Mitradeep Sarkar

ESTUDIANTS

María Paula Ayala León

Harini Raghavan

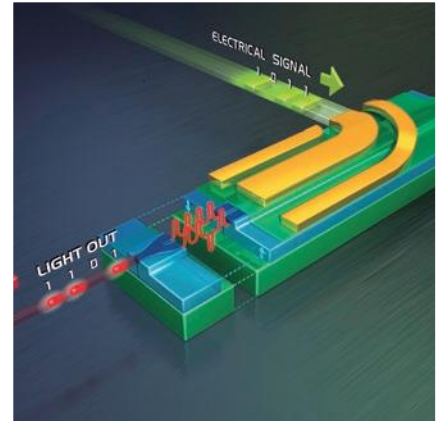
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
PHYS. REV. APPLIED 16	1
TOTAL GENERAL	1

20. Optoelectronics

Prof. Dr. Valerio Pruneri

Investiguen i desenvolupen materials i dispositius avançats per la indústria de la fòtonica com per exemple, els moduladors electroòptics i acustoòptics de micro i nanoenginyeria per obtenir una comunicació òptica de baix consum. Altres aplicacions serien els electrodes de metall ultraprims i transparents per generar energia solar i llum, així com els sensors fòtònics de fibra de cristall i de nanocables amb aplicacions de control mediambiental i aeroespacial. El grup pretén fer de pont entre els móns acadèmic i industrial seguint idees fonamentals amb un impacte rupturista en futurs productes fòtònics. És així que treballen amb organitzacions industrials internacionals per assegurar que la societat en el seu conjunt es beneficiï de la seva recerca en el futur.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Micro-nano-structured Optical Sensors For Harsh Environments And Cell Analysis
- Ultrathin Metals, Graphene and phase materials for photonic devices
- Photonic Devices For Quantum Applications In Space
- Nano-structured Optical Surfaces for Antireflection, Harvesting, Self-cleaning, And Antimicrobial Applications

ARTICLES SELECCIONATS

1. **A quantum-enhanced wide-field phase imager**
Camphausen, R; Cuevas, A; Duempelmann, L; Terborg, RA; Wajs, E; Tisa, S; Ruggeri, A; Cusini, I; Steinlechner, F; Pruneri, V
Science Advances **7**, 47 (2021)
2. **Device-independent randomness expansion with entangled photons**
Shalm LK; Zhang Y; Bienfang JC; Schlager C; Stevens MJ; Mazurek MD; Abellán C; Amaya W; Mitchell MW; Alhejji MA; Fu H; Ornstein J; Mirin RP; Nam SW; Knill E
Nature Physics **17**, 452 (2021)
3. **Experimental lower bounds to the classical capacity of quantum channels**
Ciampini MA; Cuevas Á; Mataloni P; MacChiavello C; Sacchi MF
Physical Review a **103**, 6 (2021)
4. **Adaptable transmitter for discrete and continuous variable quantum key Distribution**
Lopez Grande IH; Etcheverry S; Aldama J; Ghasemi S; Nolan D; Pruneri V
Optics Express **29**, 14815 (2021)
5. **Quantum technologies in space**
Kaltenbaek R; Acin A; Bacsardi L; Bianco P; Bouyer P; Diamanti E; Marquardt C; Omar Y; Pruneri V; Rasel E; Sang B; Seidel S; Ulbricht H; Ursin R; Villaresi P; van den Bossche M; von Klitzing W; Zbinden H; Paternostro M; Bassi A
Experimental Astronomy **51**, 1677 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Valerio Pruneri

RESEARCH FELLOWS

Dr. Alex Turpin

Dr. Adam Vallés Mari

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Álvaro Cuevas

Dr. Luc Dümpelmann

Dr. Chen Klein

Dr. Ignacio López Grande

Dr. Alfredo Ongaro

Dr. Bruno Paulillo

Dr. Samael Sarmiento

Dr. Stefano Signorini

Dr. Roland Alfonso Terborg

Dr. Luis Trigo Vidarte

Dr. Ewelina Wajs

VISITANTS

Abigail Stein

RESEARCH ENGINEERS

Juan Gasparino

David Kernan

Daniel Tiemann

DOCTORANDS

Jennifer Aldama

Javier Arrés Chillón

Nestor Bareza

Robin Camphausen

Alexander Demuth

Christina Graham

Sebastian Haegele

Rubaiya Hussain

Iliyan Karadzov

Daniel Martínez Cercós

Davide Rizzotti

ESTUDIANTS

Jessica Jazmine Nicole Barrantes

Alberto de Toni

Goretti Torres

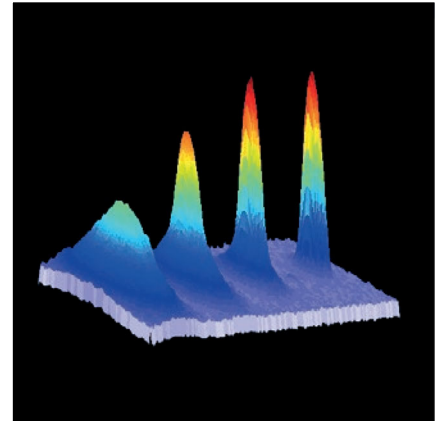
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
PHYSICAL REVIEW A	1
OPTICS EXPRESS	2
NATURE PHYSICS	1
ACS PHOTONICS	1
APL MATERIALS	1
SCIENCE ADVANCES	1
EXPERIMENTAL ASTRONOMY	1
APPLIED SPECTROSCOPY	1
JOURNAL OF PHYSICS-PHOTONICS	1
ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	1
TOTAL GENERAL	11

21. Ultracold Quantum Gases

Prof. Dr. Leticia Tarruell

Utilitzen els gasos atòmics ultrafreds com a sistemes model per a explorar experimentalment fenòmens fonamentals en la física quàntica de molts cossos. Mitjançant l'explotació de les interaccions àtom - llum, dissenyen materials quàntics artificials altament controlables i sondegen les seves propietats. El seu objectiu és utilitzar aquests sistemes com a simuladors quàntics per l'estudi de problemes oberts en la física de la matèria condensada, i realitzar noves fases sense contrapart en el context d'estat sòlid. Per tant, la seva investigació es troba en l'encreuament entre l'òptica quàntica i la física de la matèria condensada.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Ultracold Quantum Gases

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Interaction Control and Bright Solitons in Coherently Coupled Bose-Einstein Condensates**
J. Sanz, A. Frölian, C.S. Chisholm, C.R. Cabrera, and L. Tarruell
Phys. Rev. Lett. **128**, 013201 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Leticia Tarruell

DOCTORANDS

Sandra Buob

Craig Chisholm

Anika Frölian

Jonatan Hörschele

PERSONAL

INVESTIGADOR

POSTDOCTORAL

Dr. Vasily Makhlov

Dr. Elettra Neri

Dr. Ramón Ramos

Dr. Antonio Rubio Abadal

ESTUDIANTS

Ana Pérez

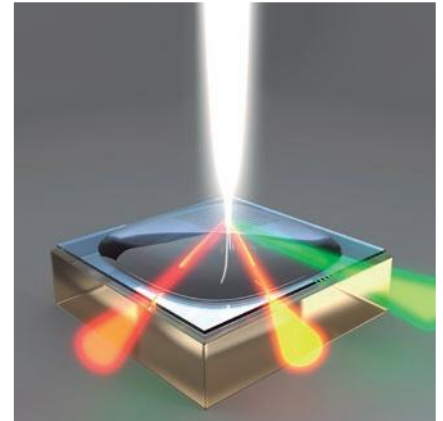
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
PHYSICAL REVIEW LETTERS	1
TOTAL GENERAL	1

22. Nonlinear Optical Phenomena

Prof. Dr. Lluís Torner

Aquest grup pretén estudiar la interacció de la llum amb la matèria per trobar noves estratègies per a la manipulació, control, configuració i procés de raigs i senyals de llum. Les seves principals activitats actuals se centren en processos òptics no lineals en els quals "la llum actua per ella mateixa" dins de materials adequats. Això inclou aplicacions en dispositius fotònics totalment òptics, imatge i òptica quàntica.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Optical Solitons
- Surface Waves

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Topological dipole Floquet solitons**
Ivanov, SK; Kartashov, YV; Heinrich, M; Szameit, A; Torner, L; Konotop, VV
Physical Review A **103**, 5 (2021)
2. **Nonlinear second-order photonic topological insulators**
Nature Physics **17**, 995 (2021)
3. **Reversible Self-Replication of Spatiotemporal Kerr Cavity Patterns**
Physical Review Letters **126**, 063903 (2021)
4. **Multifrequency Solitons in Commensurate-Incommensurate Photonic Moire Lattices**
Physical Review Letters **127**, 16 (2021)
5. **Slow light mediated by mode topological transitions in hyperbolic waveguides**
Optics Letters **46**, 2545 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Lluís Torner

DOCTORANDS

Pilar Pujol Closa

COL·LABORADOR

Dr. David Artigas

VISITANTS

Prof. Dr. Yaroslav Kartashov

Prof. Dr. Boris Malomed

Prof. Dr. Victor Vysloukh

PERSONAL

INVESTIGADOR

Dr. Marlin Baral

Dr. Samyabrata Mukherjee

Dr. Samyabrata Mukherjee

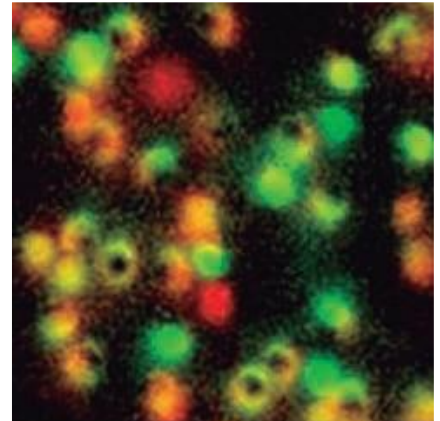
PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
PHYSICAL REVIEW A	1
NATURE PHYSICS	1
PHYSICAL REVIEW LETTERS	2
OPTICS LETTERS	2
JOURNAL OF OPTICS	1
TOTAL GENERAL	7

23. Molecular Nanophotonics

Prof. Dr. Niek van Hulst

L'objectiu és controlar la interacció de la llum a escala nanomètrica. Per tal d'aconseguir-ho s'utilitzen molècules individuals i punts quàntics com els nanofonts o nanodetectors. Aquests sistemes quàntics individuals són proves de camp locals idònies del mode de densitat local en nanoestructures fotòniques. Aquests procediments mostren el curs de vida específic, l'espectre, la polarització i, fins i tot, la direcció de l'emissió de fotons. Per generar camps òptics de gran nanoescala, creen nanoantenes òptiques ajustades en ressonància amb els fotons emissors. Els seus camps de recerca són el control d'emissió, la visualització de nanofocus i a nanoescala mitjançant proves de nanoantenes, escanejades en proximitat controlada per emissors de fotó únic, els camps de control coherent de dinàmica molecular i les antenes de nanoescala amb excitació controlada per fases amb alguns impulsos FS de banda ampla.



TEMÀTICA DE RECERCA

- Single molecule detection: imaging, fluorescence lifetime, spectra
- Heterodyne near-field optical microscope: phase mapping, pulse tracking
- Aperture type near-field optical microscope
- Confocal fluorescence - atomic force microscope
- Lasers: fs-OPO-system, Ti:S-lasers, ps-diode-lasers, Ar/Kr+, HeNe, etc.
- Pulse shapers: spectral shaper & acousto-optic programmable dispersive filter
- ICFO-NPL: NanoPhotonics Laboratory, e-beam lithography, SEM, ALD, photolitho, etc.

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Observation of giant and tunable thermal diffusivity of a Dirac fluid at room temperature**
Block A; Principi A; Hesp NCH; Cummings AW; Liebel M; Watanabe K; Taniguchi T; Roche S; Koppens FHL; van Hulst NF; Tielrooij KJ
Nature Nanotechnology **16**, 1195 (2021)
2. **Precise nanosizing with high dynamic range holography**
Ortiz-Orruño U; Jo A; Lee H; van Hulst NF; Liebel M
Nano Letters **21**, 317 (2021)
3. **Ultrafast Transient Holographic Microscopy**
Liebel M; Camargo FVA; Cerullo G; Van Hulst NF
Nano Letters **21**, 1666 (2021)
4. **One-Shot Phase Image Distinction of Plasmonic and Dielectric Nanoparticles**
Saemisch L; van Hulst NF; Liebel M
Nano Letters **21**, 4021 (2021)
5. **Grating-Graphene Metamaterial as a Platform for Terahertz Nonlinear Photonics**
Deinert JC; Alcaraz Iranzo D; Pérez R; Jia X; Hafez HA; Ilyakov I; Awari N; Chen M; Bawatna M; Ponomaryov AN; Germanskiy S; Bonn M; Koppens FHL; Turchinovich D; Gensch M; Kovalev S; Tielrooij KJ
Acs Nano **15**, 1145 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Niek van Hulst

RESEARCH FELLOWS

Matz Liebel

PERSONAL INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Luca Bolzonello

ESTUDIANTS

Pontus Walan

Edvin Sanden

DOCTORANDS

Monserrat Álvarez Ortiz

Saurabh Borkar

Pablo de Roque Fernández

Giulia Lo Gerfo

Jana Ockova

Unai Ortiz-Orruño

VISITANTS

Martin Hörmann

Manuel López Ortiz

PUBLICACIONS DEL 2021

Revista	Total
NATURE NANOTECHNOLOGY	1
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY LETTERS	1
NANOPHOTONICS	1
SCIENCE ADVANCES	1
ACS SENSORS	1
NANO LETTERS	3
ACS NANO	2
JOURNAL OF OPTICS	1
TOTAL GENERAL	11

24. Ultrafast Dynamics in Quantum Solids

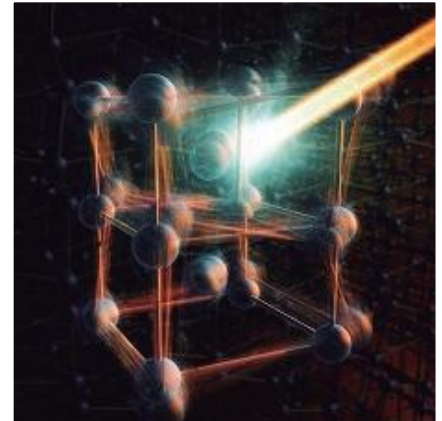
Prof. Dr. Simon Wall

La dinàmica ultraràpida de sòlids quàntics (UDQS) investiga les propietats de materials com els superconductors d'alta temperatura, per mitjà del seu electró de no-equilibri, dinàmica de xarxa i espín en FEM en escales de segon (1×10^{-15} s) i nanoescales (1×10^{-9} m).

Per això combinen experiments òptics d'avantguarda duts a terme a l'ICFO amb tècniques de radiografia desenvolupades en centres científics de tot el món.

Temes de recerca:

Dinàmica de canvis de la fase ultraràpids



TEMÀTICA DE RECERCA

- Phonons In Quantum Materials
- Spins In Quantum Materials
- Nanoscale X-ray Holographic Imaging

ARTICLES SELECCIONATS

1. **Second harmonic generation from an ITO nanolayer: Experiment versus theory**
Rodríguez-Suné L; Scalora M; Johnson AS; Cojocar C; Akozbek N; Coppens ZJ; Perez-Salinas D; Wall S; Trull J
Proceedings Of Spie - The International Society For Optical Engineering **11345**, 113451R (2021)
2. **Quantitative hyperspectral coherent diffractive imaging spectroscopy of a solid-state phase transition in vanadium dioxide**
Johnson AS; Conesa JV; Vidas L; Perez-Salinas D; Günther CM; Pfau B; Hallman KA; Haglund RF; Eisebitt S; Wall S
Science Advances **7**, 33 (2021)
3. **Extracting sub-cycle electronic and nuclear dynamics from high harmonic spectra**
Austin DR; Johnson AS; McGrath F; Wood D; Miseikis L; Siegel T; Hawkins P; Harvey A; Mašín Z; Patchkovskii S; Vacher M; Malhado JP; Ivanov MY; Smirnova O; Marangos JP
Scientific Reports **11**, 2485 (2021)
4. **Laser-induced transient magnons in Sr3Ir2O7 throughout the Brillouin zone**
Mazzone DG; Meyers D; Cao Y; Vale JG; Dashwood CD; Shi Y; James AJA; Robinson NJ; Lin J; Thampy V; Tanaka Y; Johnson AS; Miao H; Wang R; Assefa TA; Kim J; Casa D; Mankowsky R; Zhu D; Alonso-Mori R; Song S; Yavas H; Katayama T; Yabashi M; Kubota Y; Owada S; Liu J; Yang J; Konik RM; Robinson IK; Hill JP; McMorro DF; Först M; Wall S; Liu X; Dean MPM
Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America **118**, 22 (2021)
5. **An achromatic pump-probe setup for broadband, few-cycle ultrafast spectroscopy in quantum materials**
Amuah, EB; Johnson, AS; Wall, SE
Review Of Scientific Instruments **92**, 103003 (2021)

EQUIP CIENTÍFIC (A 31.12.2021)

CAP DE GRUP

Prof. Dr. Simon Wall

RESEARCH FELLOWS

Dr. Allan Johnson

PERSONAL

INVESTIGADOR POSTDOCTORAL

Dr. Ernest Pastor Hernandez

DOCTORANDS

Nina Fleischmann

Daniel Pérez Salinas

PUBLICACIONS DEL 2021

Revista

PROCEEDINGS OF SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING	Total
SCIENCE ADVANCES	1
SCIENTIFIC REPORTS	1
PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	1
REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS	1
TOTAL GENERAL	5

2. 3. Facilities - Infraestructura NM3

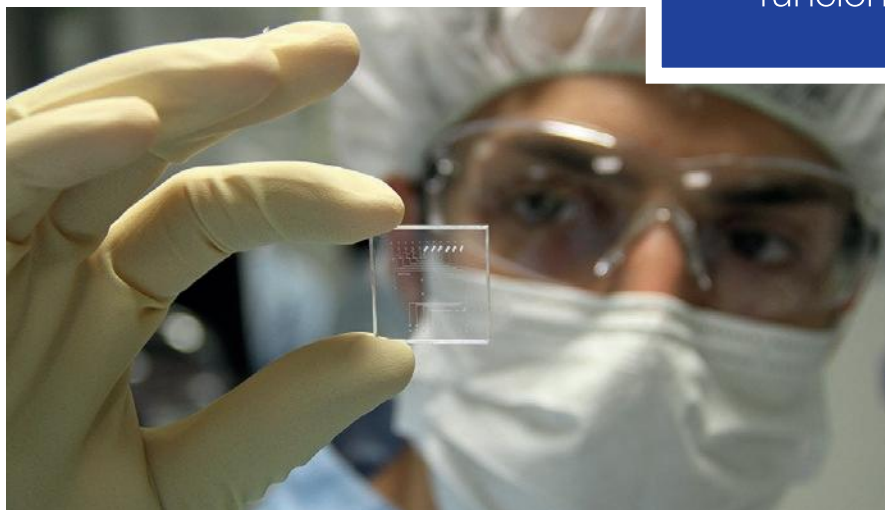
Amb motiu de la construcció del nou edifici Mir-Puig, s'ha reorganitzat i s'està reforçant les Unitats tecnològiques existents a l'ICFO sota el paraigües d'una infraestructura anomenada NM3. Aquesta dotarà a ICFO i als seus col·laboradors de capacitat real d'augment de TRL (Technology Readiness Level) en les tecnologies basades en la utilització de nano-materials. La creació d'aquesta infraestructura NM3 està en part finançada per l'ajut de projectes Singulars institucionals (2019 SINGU 00003).

La Infraestructura NM3 inclou, inicialment dos facilities que a continuació es descriuen. Aquestes proporcionaran, no només potencialitat científica, sinó que reforçarà les línies de recerca ja existents a l'ICFO orientades a ciència de frontera, sinó sobretot proporcionarà capacitat de desenvolupament tecnològic que permetrà aprofitar el potencial d'industrialització i valorització de les innovacions corresponents.

3. 4. 1. Unitats tecnològiques i Serveis científics generals

L'ICFO compta amb dues UT (Unitats Tecnològiques), que proporcionen serveis interns als Grups de recerca que permeten col·laboracions amb entitats i investigadors externs, en els camps de la Nanotofònica i de Biologia. Són Unitats tecnològiques operades per investigadors *staff*.

Cada laboratori disposa d'un responsable tècnic que s'encarrega del dia a dia dels laboratoris i del seu funcionament i manteniment



Unitat de Nanofabricació (NFL)

Es tracta d'una unitat transversal dedicada a la fabricació i caracterització de dispositius fotònics nanoestructurats. A banda d'acumular un important know-how, la unitat disposa d'un laboratori tipus sala neta ISO6/ISO7 de 200 m² i d'altres espais amb ambient controlat, dotats d'un conjunt complet d'equipament de frontera. L'equipament permet treballar amb tècniques útils per a un ventall molt ampli d'aplicacions òptiques, des de biosensors a comunicacions, i amb un rang molt variat de materials, com polímers, semiconductors, metalls o cristalls.

Tots els programes, projectes i grups de recerca de l'ICFO amb necessitats de nanofabricació o nanocaracterització utilitzen aquest laboratori en règim de col·laboració. Les tecnologies, equipaments i tècniques estan també disponibles a usuaris externs a l'ICFO.

Personal directament vinculat (a 31.12.2021)

NANOFABRICATION LAB CHAIR

Niek van Hulst

NFL OPERATIONS HEAD

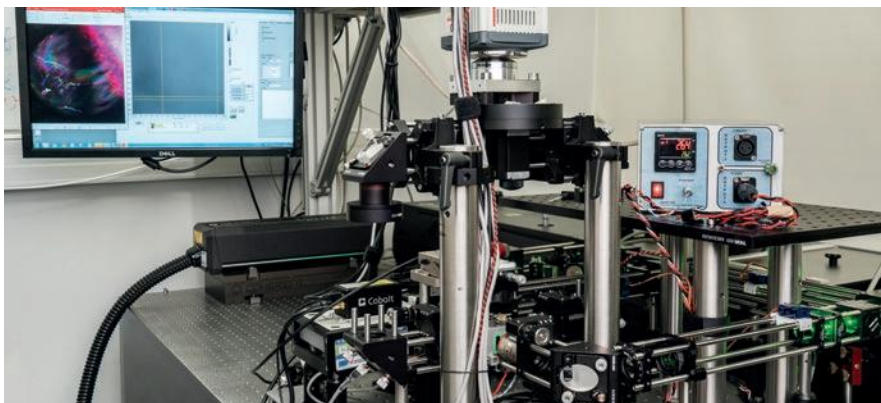
Luis Enrique

NFL SCIENTIFIC OFFICER

Johann Osmond

STAFF

Francisco J. Pérez, Paula Diaz



Unitat de Super-Resolution Light Microscopy & Nanoscopy (SLN)

Aquesta UT està equipada amb tècniques de microscòpia de frontera. Els equips de recerca (SNL lab i SIM Lab) realitzen un R+D contínua en la majoria de les tècniques avançades de microscòpia de la llum. L'equipament està adaptat i modificat per operar amb unes característiques superiors a les comercials més avançades. Així mateix la SLN es realitza una recerca continuada i de frontera en les tècniques més punteres en microscòpia i relacionades amb aquesta. Els programes de recerca del SLN cobreixen una àmplia gamma d'aplicacions que inclouen la visualització de components subcel·lulars, cèl·lules, teixits, òrgans i organismes model. Els protocols i metodologies tant experimentals com d'anàlisi de resultats són adaptades i desenvolupades per l'equip de la SLN per poder dur a terme les mesures de la manera més robusta i precisa. Aquests desenvolupaments, juntament amb les formacions en les tècniques mateixes són part de les tasques de formació que realitza la SLN a tot tipus d'usuari (tant intern com extern).

La instal·lació SLN de l'ICFO proporciona:

- Accés a investigadors i col·laboradors externs a la varietat de microscòpia d'última generació i tècniques de super-resolució.
- Formació, a través de cursos pràctics a curt i mitjà termini, adaptats a les necessitats dels usuaris amb una varietat d'antecedents rellevants.
- Eines d'anàlisi d'imatges i quantificació personalitzades per a les diferents tècniques.
- I SLN col·labora activament amb líders del sector per ajudar a implementar millores en les plataformes de microscòpia comercials més.

Es tracta de serveis interns als Grups de recerca que permeten col·laboracions amb entitats i investigadors externs, en els camps de la Nanotofònica i de Biologia



Personal directament vinculat (a 31.12.2021)

SLN TEAM

SLN TEAM LEADER

Pablo Loza-Alvarez

INVESTIGADORS POSTDOCTORALS

Gustavo Castro, Claudia P. Valdés, Enrico Castroflorio

STAFF RESEARCH ENGINEERS

Jordi Andilla, Mònica Marro

DOCTORAND

Matteo Bernardello, Marina Cunquero Navarro, José Javier Ruiz González

VISITANTS

David Merino, Jesús Planagumà, Emilio J. Gualda

ESTUDIANT

Manel Madrid Valero

SIM TEAM*

TEAM LEADER

Stefan Wieser

DOCTORANDS

Christian Knapp, Valeria Venturini, Costanza Agazzi

VISITANTS

Loïc Reymond, Charitra Senthil

*Finalització 31.12.2021

A més a més l'ICFO disposa de Serveis científics generals, format pels laboratoris d'alta precisió de Mecànica i d'Electrònica, el Laboratori de Post-processament, el Laboratori de Biologia (des del setembre de 2014, ha passat a ser un laboratori de seguretat Nivell-II) i el Laboratori bàsic de Química, resten a disposició de tots els investigadors de l'ICFO.



Laboratori d'Enginyeria Avançada (AEL)

ELECTRONICS HEAD

José Carlos Cifuentes

STAFF

Oscar Alcaine, Òscar Casellas, Daniel Mitrani, Xavier Padilla, Arnau Cobes

MECHANICS HEAD

Xavier Menino

STAFF

José María Beato, Juan Manuel Fernández, Valentí Bosch



Laboratori de Post-processament (PPL)

STAFF RESEARCH ENGINEER

Vittoria Finazzi



Laboratori de Biologia (BL)

BL HEAD

Ángel Sandoval

STAFF

Merche Rivas, María Marsal



Laboratori Bàsic de Química (BCL)

STAFF RESEARCH ENGINEER

Vittoria Finazzi

Transferència de Tecnologia

03



3. 1. Descripció

L'equip de Transferència de Coneixement i Tecnologia (KTT) de l'ICFO juga un paper clau en les relacions amb el món industrial, maximitzant el flux d'informació, el coneixement, la tecnologia i el talent. És el responsable tant de la gestió de la cartera de propietat intel·lectual de l'ICFO com també d'establir aliances estratègiques i col·laboracions amb la indústria, el sector privat en general i tota mena de col·laboradors. L'equip de KTT, amb experiència en els negocis i la investigació, desenvolupa plans de negoci que s'adapten a les necessitats específiques de cada empresa.

KNOWLEDGE & TECHNOLOGY TRANSFER

Personal (a 31.12.2021)

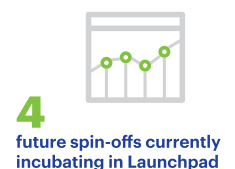
DIRECTORA

Silvia Carrasco

STAFF

Federica Beduini, Alastair Cunningham, Sergi Ferrando, Núria Gómez, Víctor Herrero, Luis-Guillermo Gerling, Ariadna Martínez, Lisa Saemisch, Lydia Sanmartí, Silvia Tognetti.

Els resultats són la generació d'aliances de tecnologia flexibles amb els nostres socis que responguin a les seves àmplies necessitats i interessos, a partir de projectes específics d'investigació i consultoria, co-desenvolupament, la posada en marxa d'empreses conjuntes, laboratoris conjunts, programes d'intercanvi de personal i també cursos de formació contínua individualitzats.





3. 2. Activitats de transferència de tecnologia

L'ICFO té un paper molt proactiu en traslladar el *nou coneixement* generat en productes i tecnologies creades a l'ICFO ja sigui en col·laboració amb els nostres aliats industrials o mitjançant la creació de spin-offs.

3. 2. 1. Spin Off's

El centre ofereix als seus investigadors el KTT Launchpad una estructura de suport que permet que les idees innovadores es desenvolupin en spin-off de noves tecnologies. A més, l'ICFO participa en activitats d'incubació i busca atreure inversions de capital risc. Fins ara, l'ICFO ha contribuït a crear 11 spin Off's i compta amb iniciatives addicionals en diverses etapes d'incubació.

Després d'uns anys d'incubació al KTT LaunchPad, l'espai d'incubació de l'ICFO, al 2021 es van crear 2 noves spin-offs:

LuxQuanta esdevé la desena spinoff de l'ICFO

La nova spinoff de l'ICFO explota les tecnologies quàntiques per oferir el més alt nivell de seguretat de dades

“Gràcies al suport de l'ICFO i del seu equip de KTT, ara estem transferint la investigació realitzada al laboratori, al món real. La visió de LuxQuanta és explotar les tecnologies quàntiques per oferir el més alt nivell de seguretat de dades, com a resposta d'una necessitat urgent de la societat. Estem encantats de treballar en un camp que ara ha assolit un nivell de maduresa que permet una aplicació a gran escala”

Sebastian Etcheverry, CTO LuxQuanta



LuxQuanta va sorgir de l'ICFO al maig de 2021 després de desenvolupar-se al KTT LaunchPad de l'ICFO. L'empresa ofereix solucions de criptografia per implementar una capa addicional de seguretat per a empreses i xarxes de telecomunicacions. El seu producte principal consisteix en sistemes de distribució de claus quàntiques d'alt rendiment que exploten les propietats úniques de la física quàntica per distribuir una clau criptogràfica entre usuaris, amb el més alt nivell de seguretat.

La tecnologia de LuxQuanta es basa en la investigació realitzada al grup d'Optoelectrònica liderat pel professor d'ICREA a l'ICFO Dr Valerio Pruneri, cofundador de l'empresa. Els doctors Sebastian Etcheverry i Saeed Ghasemi, cofundadors de l'empresa, van contribuir al desenvolupament dels prototips de distribució de claus quàntiques durant la seva etapa com a investigadors postdoctorals del grup. El doctor Etcheverry continuarà com a CTO de LuxQuanta i el doctor Ghasemi actuarà com a cap de la unitat de processament del senyal de l'empresa.

Vitsolc esdevé la onzena spinoff de l'ICFO

L'onzena spinoff de l'ICFO es va constituir el 10 de setembre de 2021

“Després de deu anys d'intensa investigació treballant cap a una tecnologia fotovoltaica orgànica i transparent única on la transmissió de la llum visible es pugui desacoblar en gran mesura de la conversió d'energia, estem encantats d'oferir una tecnologia fotovoltaica que es pugui integrar allà on s'hagi de combinar l'energia elèctrica amb la transparència.”

Óscar Aceves, CTO i CEO de Vitsolc



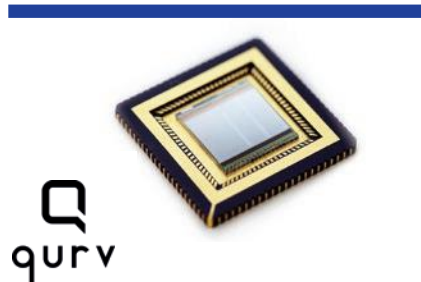
VITSOLC va sorgir de l'ICFO amb la missió de produir mòduls fotovoltaics transparents per al vehicle elèctric, agra voltaics o d'altres infraestructures que requereixin simultàniament energia elèctrica i transparència. VITSOLC té com a objectiu produir mini mòduls fotovoltaics transparents que es puguin laminar en grans panells de finestres fotovoltaiques transparents.

Per portar al mercat aquesta tecnologia fotovoltaica transparent en el menor temps possible, l'equip de VITSOLC va reunir coneixements tècnics i empresarials. L'Óscar Aceves, que actualment ocupa el càrrec de CEO i CTO de VITSOLC, té una àmplia experiència en l'aportació de valor comercial a solucions basades en energies renovables. En el passat, l'Óscar va cofundar un total de quatre empreses, tres de les quals es troben en l'explotació comercial de tecnologies fotovoltaiques: Trama Tecnoambiental, Sol3G i TFM. TFM va ser pionera en la integració d'una tecnologia fotovoltaica basada en silici als edificis a Espanya.

Relació d'spin-off creades anteriorment a l'any 2021



Sixsenso ofereix una tecnologia basada en la fotònica que detecta la fluorescència emesa tant de forma natural com mitjançant tècniques d'etiquetatge induïdes emeses pels microorganismes, per a l'anàlisi de l'aigua ambiental i industrial. El sistema complet permet la detecció precoç de la contaminació biològica per controlar la qualitat de l'aigua i aturar els brots.



Qurv desenvolupa tecnologies de sensors d'imatge d'ampli espectre i solucions integrades que permeten aplicacions de visió per computador millorades, atenent a les necessitats en expansió d'un nou món autònom i intel·ligent.



DROPLITE està desenvolupant un dispositiu intel·ligent de diagnòstic mèdic que permet una forma ràpida i precisa de detectar malalties i altres condicions de salut tant en humans com en animals.



QUSIDE comercialitzarà fonts d'entropia quàntica altament integrades per a aplicacions a la ciberseguretat i la supercomputació. Explotant tecnologies fotòniques i gràcies a la maduresa de la indústria de fabricació dels semiconductors, els productes de QuSide proporcionen un nivell de seguretat i unes propietats tècniques sense precedents.



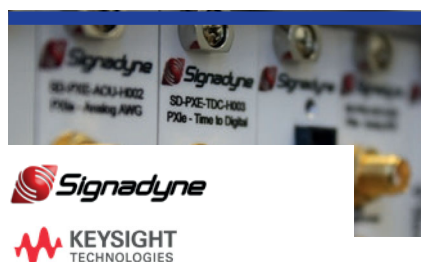
PROCARELIGHT ofereix solucions personalitzades de seguretat a través de la llum làser. Dóna suport a clients per establir un entorn segur de treball amb tecnologies làser, garantint la seguretat del seu personal i assegurant el compliment de la legislació.



HEMOPHOTONICS trasllada les tecnologies basades en la llum a sistemes compactes i personalitzats per aplicacions clíniques i de recerca científica, per mesurar la hemodinàmica cerebral de forma no invasiva.



RADIANTIS Radiantis és un proveïdor especialitzat en solucions per làser tuning, que ofereix sistemes de conversió de freqüència de primera línia, com ara Oscil·ladors Paramètrics Òptics i unitats de generació de Segon, Tercer i Quart Harmònic.



SIGNADYNE es dedica a desenvolupar i comercialitzar electrònica d'alt rendiment al camp de control, proves i mesures amb aplicacions als camps de la investigació científica i la indústria. Adquirida per Keysight Technologies el 22 de febrer de 2016.



COSINGO implementa solucions fotòniques, proporcionant enginyeries òptica i de mecatrònica per desenvolupaments personalitzats i també experiència en R&D per a projectes de col·laboració. Com a VAR de metrologia d'alta qualitat i productes d'òptica adaptativa, ajuden a millorar l'eficiència dels sistemes òptics.

3. 2. 2. Col·laboracions industrials

L'Equip KTT té una dedicació molt important a fomentar l'establiment d'aliances i contactes entre els investigadors de l'ICFO i empreses de tot tipus. Per tal de realitzar aquesta feina, KTT ha impulsat una sèrie de programes que permeten que les relacions evolucionin envers iniciatives de transferència de tecnologia.

L'ICFO interacciona directament amb la indústria a través del Programa de Col·laboració Industrial - CLP, que crea un pont per a tot tipus d'empreses i estableix una estructura per ajudar a assolir objectius comuns.

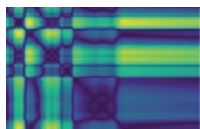
Projectes amb participació industrial

L'ICFO té una àmplia cartera de projectes de recerca que actualment s'executen en col·laboració amb diferents tipus de corporacions de tot el món incloent empreses emergents, petites, mitjanes i grans. Els projectes conjunts inclouen activitats de recerca tant de finançament públic com de finançament privat, de recerca contractada, consultoria i co-desenvolupament o prototipatge.

Durant el 2021 l'ICFO ha obtingut **14 nous projectes** amb participació industrial dels quals en destaquen **8 projectes que han estat finançats per empreses.**



Corning Incorporated:
Materials ultrafins i 2D sobre vidre



Kaithree Photonics Limited:
Identificació de gemmes



QuSide Technologies:
Processat quàntic



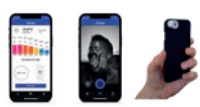
Empresa de productes cosmètics:
Fotodepilació



Jeanologia Laser, S.L:
Estudi de viabilitat d'una nova font làser.



Monocrom, S.L.:
Mesures de longitud de ona



L'Oréal, S.A.:
Assajos de consumidors de càmera UV.



Empresa de microscopia:
Avaluació tecnologia microscopia sense lens

Laboratoris industrials

A banda de l'àmplia gamma de projectes de recerca conjunts que es realitzen actualment en col·laboració amb diferents tipus de corporacions d'arreu del món, l'ICFO acull diversos laboratoris industrials. En aquests laboratoris de recerca conjunts, els experts de l'ICFO es vinculen amb la indústria per afrontar els reptes d'interès comú.



Els experts de l'ICFO es vinculen amb la indústria per afrontar els reptes d'interès comú



1. LABORATORI INDUSTRIAL CORNING, INC

La col·laboració entre l'empresa Corning i l'ICFO inclou el patrocini durant uns anys d'una posició de "Chaired Faculty Professorship", el Laboratori de Corning Surfaces i projectes de recerca d'interès mutu. Aquest laboratori està dissenyat per allotjar equips avançats de fabricació i caracterització.



Nanoscopy Imaging Center

3. EL CENTRE LEICA

Leica Microsystems ha establert un lloc de referència de Nanoscopy Imaging per a col·laborar amb els experts en microscòpia de super-resolució de l'ICFO en la conceptualització i la implementació de noves millores tecnològiques per als seus sistemes de microscòpia d'última generació. En el marc de la instal·lació SLN ICFO es realitzaran investigacions avançades, incloent les incorporacions de nou maquinari i programari per a tècniques de microscòpia frontal, que converteixen el nou sistema STED tancat 3D de Leica (TCS SP8 STED 3X) en un sistema únic que estarà disponible per a investigadors i usuaris avançats nacionals i internacionals amb les aplicacions més desafiantes.



2. EL CENTRE NIKON

El Centre Nikon és un laboratori d'excel·lència en imatges de superresolució STORM situat a l'ICFO (Nikon Center of Excellence in Super-resolution STORM Imaging). Es tracta d'una col·laboració entre l'ICFO i NIKON Instruments Europe, focalitzat en tecnologia de super-resolució STORM. El centre allotja un Microscopi Nikon, invertit motoritzat, ECLIPSE Ti-E amb STORM (N-STORM) per facilitar la recerca avançada en aquest camp.



Joint Lab in Quantum Processing

4. JOINT LAB ICFO-QUSIDE

ICFO i Quside han establert un marc de col·laboració per afavorir el desenvolupament de tecnologies de processament quàntic i accelerar els temps de comercialització. El Joint Lab in Quantum Processing estableix un marc de col·laboració entre l'equip d'informàtica avançada de Quside i l'ICFO per llançar iniciatives dedicades.

Xarxa de Fotònica Mèdica de Barcelona

Al 2021, es va inaugurar en un acte oficial (18 de febrer de 2021) i desplegar la **Xarxa de Fotònica Mèdica de Barcelona** (o xarxa BMP de l'anglès Barcelona Medical Photonics Network, (<https://barcelonamedicalphotonics.icfo.eu/>)), amb els principals hospitals de Catalunya. La missió de la Xarxa de Fotònica Mèdica de Barcelona és promoure les activitats de recerca i desenvolupament en fotònica que es duen a terme a la regió de Barcelona mitjançant col·laboracions de llarga durada entre l'ICFO i els seus socis biomèdics i clínics.

Mitjançant projectes de recerca compartits, la xarxa BMP té per objectiu fer arribar les tecnologies fotòniques més prometedores des del laboratori fins a l'usuari gràcies a una forta col·laboració entre clínics, investigadors mèdics i experts en fotònica, facilitant el lligam entre aquests sectors. Els principals esforços conjunts dels socis de la xarxa abasten iniciatives en les disciplines de: neurologia i neurocirurgia, atenció neonatal, oftalmologia, oncologia, vigilància de cures intensives, dermatologia, anàlisi clínica ràpida, rehabilitació, medicina esportiva, benestar, trastorns del son i anestesiològia, entre d'altres. Actualment, tretze institucions de Barcelona i de la seva Àrea Metropolitana, entre hospitals i centres de recerca mèdica, formen part de la xarxa: Sant Joan de Deu, Vall d'Hebron, VHIO, Clínic, Pere Virgili, Sant Pau, Parc Taulí, Idibaps, Idibell, Germans Tries i Pujol i Hospital del Mar.

La recompensa a aquests esforços col·laboratius no és només la d'aconseguir investigacions científiques de la màxima qualitat, sinó també la de promoure discussions multidisciplinàries i fertilitzacions creuades entre experts de diferents camps, garantint així que la investigació en tecnologia mèdica estigui el màxim d'alineada amb les necessitats dels ciutadans i de la societat en general.



La missió de la Xarxa de Fotònica Mèdica de Barcelona és promoure les activitats de recerca i desenvolupament en fotònica entre l'ICFO i els seus socis biomèdics i clínics

3. 2. 3. Corporate Liaison Program (CLP)

El Corporate Liaison Program (CLP) ajuda a enfortir les relacions entre la indústria i la ciència, formant un pont per a tot tipus d'empreses i creant relacions de confiança i de llarga durada que permeten assolir objectius comuns.

38 Membres del programa CLP al 2021



Accelerate Diagnostics es dedica a proporcionar solucions per al repte global de la resistència antimicrobiana i les infeccions intrahospitalàries. El sistema totalment automatitzat de la companyia té com a objectiu millorar la resposta del pacient oferint resultats clínics ID/AST 1-2 dies més ràpids que els mètodes convencionals.



AD TELECOM ofereix solucions de processament, maquinari i disseny de programari, fabricació, integració i comercialització d'equips en: Disseny Digital FPGAs, RF, Microones i Sistemes de Comunicacions Espacials, Comunicacions òptiques i equips de ressonància magnètica nuclear.



Grupo AIA desenvolupa solucions de software innovadores basades en algorismes procedents dels camps de la intel·ligència artificial, la física teòrica i les matemàtiques aplicades. Des de 1988, la companyia ha resolt una gran diversitat de problemes complexos en sectors tan diversos com la banca, l'energia, la venda al detall i la salut, entre d'altres.



ALTER TECHNOLOGY és líder europeu en la provisió d'enginyeria, adquisició, proves i serveis logístics associats a l'ús de components electrònics en entorns durs.



BARÇA INNOVATION HUB

Futbol Club Barcelona El Centre d'Innovació del Barça pretén ser el centre número 1 del món de coneixement i innovació del sector esportiu, amb la idea de crear valor tant pel Club com per a la societat en general. Aquest és el projecte que permetrà al Club innovar, generar, atreure, gestionar i compartir el coneixement tant propi com extern.



B. Braun a través de l'intercanvi de coneixements amb els seus clients, B. Braun ajuda a millorar els tractaments i procediments de treball als hospitals i consultes mèdiques i a augmentar la seguretat dels pacients, metges i infermeres. B. Braun és un dels principals proveïdors sanitaris del món.



Fundació Catalunya - La Pedrera és una organització sense ànim de lucre que té com a objectiu una resposta eficient i innovadora a les necessitats socials. El suport de La Fundació Catalunya - La Pedrera al camp de R & D & I engloba temes clau com la cerca de talent d'investigació i l'impuls a l'excel·lència als estudis de postgrau.



COMSA EMTE és el segon grup espanyol no cotitzat en el sector de les infraestructures, serveis, enginyeria i sistemes. El grup té presència a 14 països de 5 continents i dona feina a 9.000 persones.



Corning Incorporated és el líder mundial en vidre especialitzat i ceràmica. Creen i fabriquen components clau que permeten sistemes d'alta tecnologia per a l'electrònica de consum, control d'emissions mòbils, telecomunicacions i ciències de la vida.



COSINGO ofereix solucions optimitzades per a professionals de la fotònica a través del desenvolupament personalitzat de solucions de maquinari i programari optoelectrònic i optomecànic. Com a VAR de metrologia d'alta qualitat i productes d'òptica adaptativa, ajuden a millorar l'eficiència de sistemes òptics.



Emxys és una empresa d'R + D aeroespacial especialitzada en el disseny d'electrònica avançada per a instruments per l'espai, sistemes d'adquisició i control de dades que proporcionen solucions d'alt rendiment pels mercats espacial i no espacial com la Defensa, la Investigació Científica i l'Automatització Industrial.



Fundació Privada CELLEX és una fundació privada que té com a objectiu contribuir al progrés de la investigació científica, principalment a la zona de Catalunya. CELLEX dona suport a institucions públiques i privades de recerca per a dur a terme projectes de recerca posant especial atenció a les aplicacions mèdiques.



FYLA Laser S.L. és una empresa de fabricació de làsers de fibra i una finestreta única (One-Stop-Shop) per generar solucions més potents basades en làser de fibra per a un ventall molt ampli d'indústries.



Hamamatsu Photonics és una empresa global amb més de 50 anys d'experiència en la fabricació de components optoelectrònics. La filosofia corporativa de l'empresa fa èmfasi en l'avanç de la fotònica a través d'una àmplia investigació i producció de productes innovadors i d'alta qualitat per a una nombrosa varietat d'aplicacions.



HemoPhotonics trasllada tecnologies basades en la llum en sistemes compactes i personalitzats per a la mesura no invasiva d'hemodinàmica cerebral per aplicacions de recerca clínica i científica.



HP crea noves possibilitats perquè la tecnologia tingui un impacte significatiu en les persones, les empreses, els governs i la societat. És la companyia de tecnologia més gran del món que reuneix una cartera que abasta la impressió, la informàtica personal, el programari, els serveis i la infraestructura informàtica per resoldre problemes amb els clients.



IBM s'esforça per liderar la invenció, desenvolupament i fabricació de les tecnologies de la informació més avançades de la indústria, inclosos els sistemes informàtics, el programari, els sistemes d'emmagatzematge i la microelectrònica.



Imagine Optic és un dels principals proveïdors mundials de maquinari i programari de detecció frontal Shack-Hartmann, tecnologies òptiques adaptatives i serveis professionals en òptica aplicada.



IRIS ajuda a les empreses a convertir els reptes del producte i del procés en avantatges competitives, mitjançant la transició de noves tecnologies des del laboratori fins a la línia de producció.



Keysight Technologies Inc. és l'empresa líder mundial de mesurament electrònic. Amb el seu llegat Hewlett-Packard i Agilent, Keysight proporciona solucions amb plataformes de classe mundial, programari i ciències de mesuraments consistents.



"**la Caixa**" a través del Programa EmprendedorXXI i dins de la seva responsabilitat social corporativa, està treballant per fomentar l'apoderament de l'emprenedoria i la creació d'empreses innovadores a Espanya.



Leica Microsystems és una empresa líder en disseny i fabricació de sistemes òptics innovadors i d'alta tecnologia per l'anàlisi de microstructures dins de la microscòpia, la microscòpia de detecció làser confocal en àrees de negoci d'aparells d'imatge, preparació de mostres i equip mèdic corresponents.



LuxQuanta Technologies, S.L. es va crear al 2021 i ofereix solucions de seguretat de dades basades en tecnologies quàntiques. LuxQuanta proporciona sistemes d'alt rendiment per a la criptografia quàntica i la distribució de claus quàntiques. Aquests sistemes permetran implementar una capa adicional de serveis de seguretat per empreses i Infraestructures de xarxes de telecomunicacions. Criptografia quàntica segura per al món digital.



MedLumics es va crear el 2009 per millorar els nivells de vida dels humans. L'equip fundador de MedLumics té una àmplia experiència en òptica integrada i imatge mèdica. Aquesta combinació única està impulsant una nova generació de dispositius avançats de tomografia de coherència òptica que ofereixen informació òptica de la biòpsia en temps real.



MONOCROM S.L. es va establir el 1993, amb el suport d'un equip d'experts en electrònica, mecànica i òptica, molt involucrats en tecnologia làser per desenvolupar i fabricar Mòduls de Díode Làser (LDM), que segueix sent la principal línia de productes de la companyia.



Nikon és una marca de renom mundial, afermada com a líder del mercat en instrumentació òptica. Nikon ha establert el seu Centre d'Excel·lència en Superresolució STORM Imaging a l'ICFO.



ProCareLight s'especialitza en qüestions de seguretat en l'ús de làsers i IPL. Seguint els estàndards aplicables, ofereix formació, avaluació de riscos, procediments i programes de seguretat i seguiment en un format senzill que redueix l'esforç de gestió. L'objectiu de ProCareLight és que els seus clients millorin la seguretat del personal, la confiança i el compliment de la legislació.



Qurv desenvolupa tecnologies de sensors d'imatge d'ampli espectre i solucions integrades que permeten aplicacions de visió per computador millorades, atenent a les necessitats en expansió d'un nou món autònom i intel·ligent.



QuSide Technologies S.L. desenvolupa tecnologies quàntiques pels mons de la ciberseguretat i supercomputació. Explotant les propietats úniques de la fotònica, els productes QuSide ofereixen seguretat i rendiment sense precedents a l'era de la informació.



Radiantis és un proveïdor especialitzat de solucions per laser tuning, que ofereix sistemes de conversió de freqüència de primera línia, com ara Oscil·ladors Paramètrics Òptics i unitats de generació de Segon, Tercer i Quart Harmònic.



SEAT: Disseny, vitalitat i esportivitat són els valors que defineixen les principals característiques distintives de SEAT, el fabricant espanyol d'automòbils propietat del grup alemany Volkswagen de fabricació de cotxes, que desenvolupa i fabrica vehicles a Espanya amb els millors estàndards de qualitat.



Sixsenso ofereix una tecnologia basada en la fotònica que detecta la fluorescència emesa tant de forma natural com mitjançant tècniques d'etiquetatge induïdes emeses pels microorganismes, per a l'anàlisi de l'aigua ambiental i industrial. El sistema complet permet la detecció precoç de la contaminació biològica per controlar la qualitat de l'aigua i aturar els brots.



SORIGUÉ és un grup empresarial solvent i dinàmic, referent en els sectors de la tecnologia i l'enginyeria de l'aigua, els serveis, la construcció i els materials, amb una aposta clara per la innovació i amb una vocació de retorn a la societat. El grup s'esforça per aconseguir un model d'innovació sostenible que desenvolupi nous aspectes potenciant el coneixement existent.



Telstar Instrumat comercialitza instruments i equips d'alta tecnologia per a la recerca i la indústria. La seva cartera de productes ofereix solucions per a la caracterització de superfícies, materials i deposició de pel·lícules fines. L'àmbit d'aplicació inclou optoelectrònica, fotovoltaica i fotometria, entre d'altres.



VITSOLC desenvolupa mòduls fotovoltaics transparents per integrar-los totalment en vehicles elèctrics, hivernacles o qualsevol altra infraestructura on es necessiti transparència i energia elèctrica.



VLC Photonics ofereix serveis i solucions per integrar sistemes i components òptics complets en circuits integrats fotònics. Disseny de xips i fabricació sense fibres en tots els materials.



ZEISS és una empresa de tecnologia líder internacionalment en els camps de l'òptica i l'optoelectrònica. Amb aproximadament 30,000 treballadors, ZEISS opera globalment en 50 països, amb 60 empreses pròpies de venda i serveis, més de 30 plantes de producció i al voltant de 25 seus de desenvolupament.



ZYMVOL BIOMODELING S.L. és una empresa biotecnològica amb seu a Barcelona, especialitzada en el disseny, desenvolupament i aplicació de programari de modelització molecular per al descobriment i optimització d'enzims.

3. 3. Networking o partnerships

3. 3. 1. Integració en consorcis, plataformes, xarxes d'excel·lència i relacions amb altres institucions

Per tal de posicionar l'ICFO com a centre de referència de la Unió Europea i del món, participa en les següents xarxes d'Excel·lència, Plataformes i Consorcis Internacionals que han nascut en els últims anys. Amb aquest mateix objectiu l'ICFO ha signat convenis amb altres institucions durant el 2021.

12 Integració en consorcis i plataformes

- Photonics21
- Fotónica21
- La plataforma Biophotonics World
- ETP Nanomedicina
- La Plataforma NanoMedicina (NANOMED)
- EPIC
- AEBALL / UPMBALL
- SECPHO
- Barcelona Medical Photonics Network
- ICFO-SJD Joint Lab
- Sunergy
- The European Clean Hydrogen Alliance

10 Xarxes d'excel·lència

- LaserLab Europe
- CORBEL
- Technologies in Biological and Biomedical Sciences (EuBI)
- ACTPHAST
- ImageInLife
- Systems Microscopy Network of Excellence
- NanoPhotonics for Energy Efficiency Network of Excellence
- Network of Excellence PHOTONICS4LIFE
- Paediatric Innovation Hub (HIP)
- RIS3CAT – Clusters de tecnologies emergents

28 Convenis signats amb altres institucions

- Centre de Biotecnologia Animal i de Teràpia Gènica (CBATEG)
- Centre de Recerca Matemàtica (CRM)
- Centre de Regulació Genòmica (CRG)
- Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
- Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia (UPC)
- Fondazione IRCCS CA' Granda-Ospedale Maggiore Policlinico
- Fundació Clínic per a la Recerca Biomèdica (FCRB)
- Fundació Hospital Universitari Vall d'Hebron Institut de Recerca (VHIR)
- Fundació i2CAT
- Fundació Institut Mar d'Investigacions Mèdiques (FIMIM)
- Fundació Privada per a la Recerca i la Docència Sant Joan de Déu (FSJD)
- Hospital General de México
- Hospital del Parc Taulí
- ICN2-Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia
- Institut de Recerca en Energia de Catalunya
- Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (IDIBAPS)
- Institute for Bioengineering of Catalonia (IBEC)
- Institute of Spectroscopy of the Russian Academy of Sciences
- Instituto de Tecnologías Avanzadas en Ciencias de la Vida del Centro Nacional de la Investigación Científica
- The University Court of the University of Edinburgh
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos
- Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)
- Universitat de Barcelona (UB)
- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
- Universitat Pompeu Fabra (UPF)
- University College London
- University of Campinas
- University Texas Southwestern

3. 3. 1. Chair programs

- Fundació Catalunya – La Pedrera Ignacio Cirac
- AXA Research Fund Chair on Quantum Cryptography
- Corning Inc. Chair
- SPIE@ICFO Chair for Diversity in the Photonic Sciences

Formació

04

4. 1. Atracció del talent i desenvolupament

ICFO vol esdevenir un recurs per la ciència, la tecnologia i el talent i vetlla per proporcionar a estudiants i personal investigador d'arreu del món oportunitats de desenvolupament personal i professional, ja sigui per encaminar-se a futures posicions en l'àmbit acadèmic així com en l'àmbit industrial. Amb aquesta ambició, al llarg de l'any, s'ofereixen diverses oportunitats per tal que aquestes persones puguin realitzar estades i projectes de recerca a l'ICFO, oferint així una via d'entrada o de consolidació en la carrera científica als diferents públics interessats, des d'estudiants universitaris fins a personal investigador postdoctoral amb reconeguda trajectòria. Totes les posicions disponibles a l'ICFO són publicades a la pàgina ICFOjobs, complint així amb els principis de bones pràctiques establerts a les directives europees corresponents. En aquest marc, és important destacar que l'ICFO disposa des del 2015 del segell d'excel·lència "HR Excellence in Research" atorgat per la Comissió Europea, havent superat ja la primera avaluació que va tenir lloc el 2017.



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Un recurs per la ciència, la
tecnologia i el talent

A continuació, es detalla els principals programes duts a terme durant l'any 2021:

1. SPIE@ICFO Chair Research Fellowships

El programa SPIE@ICFO Chair Research Fellowships ofereix l'oportunitat a estudiants de grau o màster, de dur a terme una estada de recerca o el treball final a l'ICFO, donant prioritats a aquells estudiants que procedeixen de països en vies de desenvolupament. S'han atorgat un total de 2 beques en el marc d'aquest programa.



2. María Yzuel Fellowship Awards - Fellowship Awards for Female Undergraduate and Master Students

Enguany, s'han celebrat dues convocatòries del programa de beques "María Yzuel Fellowship Awards" destinat a estudiants dones, de grau o màster, amb interès en realitzar una estada d'investigació o en desenvolupar el seu projecte final de grau o de màster a l'ICFO. Es va concedir una beca addicional a un estudiant del nou Màster en Ciència i Tecnologia quàntiques. Sumant les dues convocatòries (Spring and Fall 2021) hi ha hagut un total de 8 guanyadores.

3. Programa general ICFO Internships

Adicionalment, en el marc del programa general d'Internships, l'ICFO ofereix a estudiants de grau o postgrau l'oportunitat de realitzar una estada de pràctiques i treballs de fi de carrera. Durant el 2021, un total de 50 estudiants, addicionals als programes SPIE@ICFO Chair Research Fellowships, i Maria Yzuel Fellowship Awards han pogut gaudir d'aquesta experiència a l'ICFO.

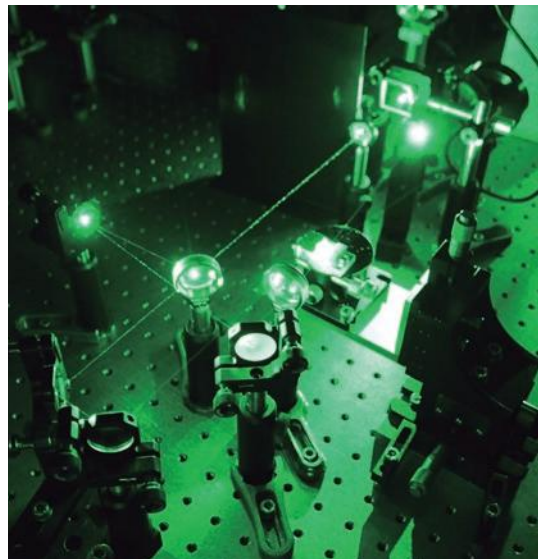
4. Master of Multidisciplinary Research in Experimental Sciences - BIST - UPF

En el marc del Master of Multidisciplinary Research in Experimental Sciences ofert conjuntament pel Department of Experimental and Health Sciences de la UPF (DCEXS, UPF) i pel Barcelona Institute of Science and Technology (BIST), l'ICFO participa en tant que centre on els estudiants poden dur a terme el seu major o minor project.

De l'edició del màster del BIST 2020-2021, l'ICFO ha rebut 4 estudiants que han vingut a fer el seu major projecte, en els grups de recerca Optoelectronics, Quantum Optics Theory, Neurophotonics and Mechanical Systems Biology i Organic Nanostructured Photovoltaics. D'altra banda, l'ICFO ha acollit 4 estudiants més que han vingut a desenvolupar el seu minor projecte, procedents d'altres centres de recerca BIST.

5. Master in Photonics - UPC - UAB, UB and ICFO

L'ICFO s'ha unit amb la UPC, la UAB i la UB per oferir el Màster en Fotònica. El Màster té per objectiu formar futurs investigadors i tecnòlegs especialistes en l'àmbit, promovent les activitats d'emprenedoria entre els estudiants. Els Caps de Grup de l'ICFO ofereixen diversos cursos en aquest màster en temàtiques que van des de tècniques òptiques en biologia, òptica no lineal aplicada, optoelectrònica, espectroscòpia làser, nanofotònica, òptica quàntica, tecnologies de la informació quàntica, òptica ultra-ràpida, entre d'altres. Així mateix, diversos estudiants del Màster han realitzat, durant el 2021 el seu projecte final en diversos grups d'investigació de l'ICFO.



6. Master in Quantum Science and Technology – UPC-UAB, UB, ICFO and ICN2, IFAE, BSC

L'ICFO s'ha unit amb la UPC, la UAB la UB, ICN2, IFAE and BSC per a la realització del Màster en Quantum Science and Technology. El Màster té per objectiu formar futurs investigadors i tecnòlegs especialistes en l'àmbit, promovent les activitats d'emprenedoria entre els estudiants. Els Caps de Grup de l'ICFO ofereixen diversos cursos en aquest màster en temàtiques que van des de òptica quàntica, tecnologies de la informació quàntica, quantum sensing, quantum simulation, entre d'altres. Diversos estudiants del Màster van realitzar el seu projecte final en diversos grups d'investigació de l'ICFO.

7. ICFO - Weizmann International Schools on the Frontiers of Light

L'ICFO organitza escoles anuals que ofereixen als joves investigadors i estudiants de tot el món, una primera introducció a una àrea de recerca temàtica i una mostra d'un entorn de recerca internacional.

Les Frontier Schools incorporen un entorn d'aprenentatge dinàmic i social que inclou conferències, debats en grup, interaccions directes amb els professors, xerrades amb els estudiants, presentacions de pòsters i visites a laboratoris. Les escoles de fronteres s'ofereixen en associació amb organitzacions internacionals de primera línia.

Engany s'han realitzat 3 escoles:

7.1. Weizmann International Schools on the Frontiers of Light

“New Approaches to Atom Light Interactions” celebrada online i presencial del 5 al 8 de juliol. Aquesta escola exposarà als joves investigadors a alguns dels recents i apassionants enfocaments destinats a crear una potent nova generació d'interfícies atòmiques i les possibilitats resultants. Les noves plataformes que es tractaran inclouen matrius atòmiques ordenades, conjunts d'àtoms de Rydberg, interfícies atòmiques amb estructures nano i microfotòniques, a més dels sistemes basats en circuits superconductors QED.

Aquesta escola va comptar amb les següents persones experts com a ponents:

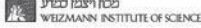
- Daniel Barredo, CINN CSIC & Institut d'Optique-CNRS
- Maria Moreno Cardoner, Barcelona University
- Emanuele Dalla Torre, QUEST, Bar Ilan
- Barak Dayan, Weizmann Institute of Science
- Ofer Firstenberg, Weizmann Institute of Science
- Pol Forn Díaz, IFAE
- Juanjo Garcia Ripoll, IFF CSIC
- Alejandro González Tudela, IFF CSIC
- Ido Kaminer, Technion
- Alicia Kollar, University of Maryland
- Ephraim Shahmoon, Weizmann Institute of Science

7.2. UT-Stanford International Schools on the Frontiers of Light“ Photons for Green Energy”

Aquesta escola celebrada online del 25 al 27 d'Octubre, reunirà els principals experts i joves investigadors en els camps de la nanofotònica, la catàlisi, la termofotovoltaica, l'energia solar fotovoltaica, els electrons calents i la reducció de CO₂ impulsada per la llum, per cobrir els avenços més recents en aquestes àrees, i abordar el que és possible amb les tecnologies energètiques de la pròxima generació, basats en els nostres coneixements sobre la llum i la seva interacció amb els materials.

Els ponents en aquesta escola van ser:

- Harry Atwater, Caltech
- Mark Brongersma, Stanford University
- Nicoletta Liguori, Vrije Universiteit Amsterdam
- Raffaella Buonsanti, EPFL
- Pelayo Garcia de Arquer, ICFO
- Prineha Narang, Harvard University
- Geoffrey Ozin, University of Toronto
- Georgia Papadakis, ICFO
- Ted Sargent, University of Toronto



ICFO - Weizmann School on the Frontiers of Light

New Approaches to Atom-Light Interactions

5-8 July 2021, Barcelona & Rehovot

Description

Quantum interfaces between atoms and light hold the promise to unlock diverse applications in quantum technologies and novel opportunities to explore exotic quantum phenomena. Despite spectacular progress, many of the goals that researchers want to achieve remain elusive. This school will explore young researchers to some of the recent exciting approaches aimed at creating a powerful new generation of atom-light interfaces and the resulting possibilities. The new platforms to be covered include ordered atomic arrays, ensembles of Rydberg atoms, atomic interfaces with nano- and micro-photonic structures, and superconducting circuit QED-based systems.

This joint school will be held in-person at the ICFO and Weizmann hubs, with lectures broadcast online.

Lecturers


Daniel Barredo, CINN-CSIC & Institut d'Optique-CNRS
 Maria Moreno-Cardoner, Barcelona University
 Emanuele Dalla Torre, QUEST, Bar-Ilan
 Barak Dayan, Weizmann Institute of Science
 Ofer Firstenberg, Weizmann Institute of Science
 Pol Forn-Díaz, IFAE
 Juanjo Garcia Ripoll, IFF-CSIC
 Alejandro González Tudela, IFF-CSIC
 Ido Kaminer, Technion
 Alicia Kollar, University of Maryland
 Ephraim Shahmoon, Weizmann Institute of Science

Fellowships available!
 Application Deadline: 28 May 2021
frontiers.icfo.eu

Organizing Committee: Danck Chang & Robert Sewell (ICFO), Ofer Firstenberg & Ephraim Shahmoon (Weizmann Institute of Science)

International Schools on the Frontiers of Light aim at giving talented young researchers and students worldwide an introduction to a thematic research area and a taste of an international research environment. They are open to a limited number of students, selected on the basis of academic merit.

Tuition: Free

Support Acknowledgments: 







ICFO - UT - Stanford International School on the Frontiers of Light

Photons for Green Energy

25-27 October 2021
 Barcelona, Toronto & San Francisco

Description

Solar and thermal photons, emitted by the sun and other hot radiative bodies, respectively, can be captured and transformed into useful electricity via photovoltaic and thermophotovoltaic technologies. They can also be used to drive chemical reactions such as the transformation of CO₂ into value-added hydrocarbons, thus offering a route towards carbon neutrality, or to store electricity into batteries. This school will bring together leading experts and young researchers in the fields of nanophotonics, catalysis, thermophotovoltaics, solar photovoltaics, hot electrons, and light-driven CO₂ reduction, to cover the most recent advances in these areas, and address what is possible with next-generation energy technologies, based on our knowledge about light and its interaction with materials.

Lecturers

Harry Atwater, Caltech
 Mark Brongersma, Stanford University
 Raffaella Buonsanti, EPFL
 F. Pelayo Garcia de Arquer, ICFO
 Prineha Narang, Harvard University
 Geoffrey Ozin, University of Toronto
 Georgia Papadakis, ICFO
 Ted Sargent, University of Toronto

Register at
frontiers.icfo.eu

Organizing Committee: Juan Pardo Torrealba, Robert Sewell, ICFO, Harry Atwater, Roberto Lobo-Muñoz, Daniel Sahujo, Miriam TORRES, Mercedes Valencia (Universidad de los Andes)

Tuition: Free

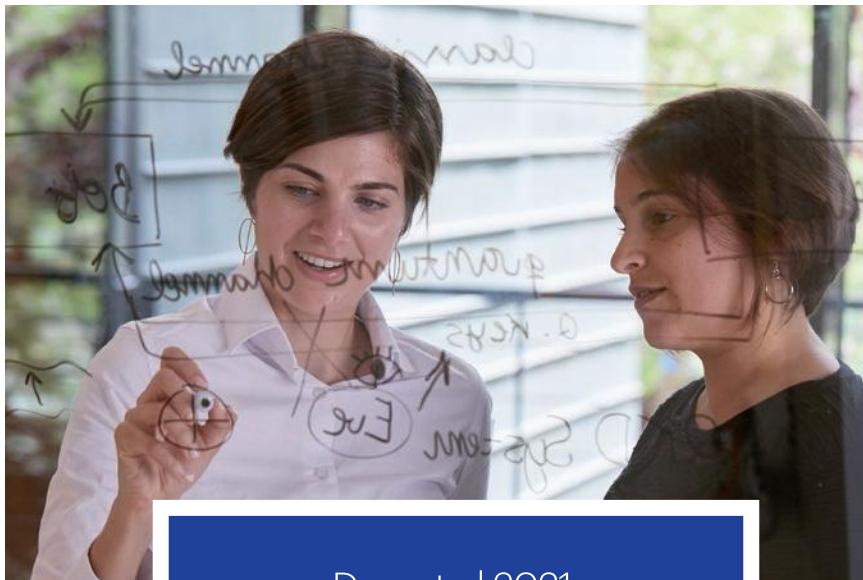
Support Acknowledgments: 

8. ICFO PhD Program

ICFO, en aliança amb la Universitat Politècnica de Catalunya · Barcelona Tech, ofereix un programa de doctorat destinat a estudiants que s'integraran en les activitats de recerca dels grups de l'ICFO i poden dur a terme el seu projecte de recerca que els portarà a defensar la tesis doctoral i obtenir així el títol de doctor. A finals de 2021, el programa comptava amb 160 estudiants de doctorat.

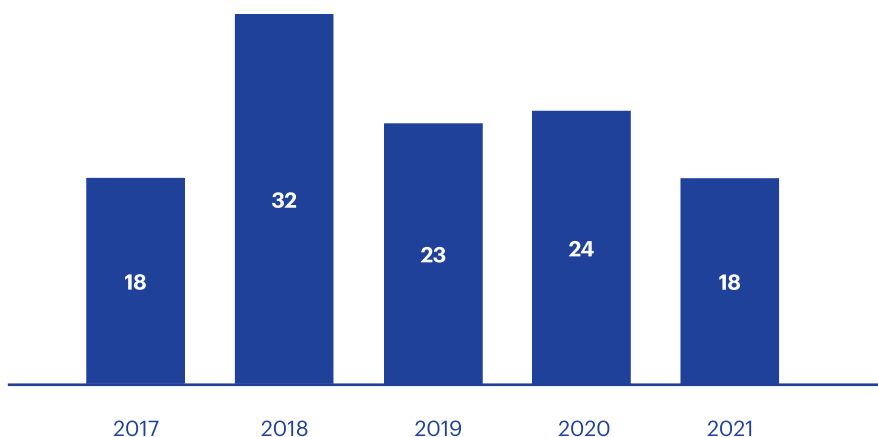
Durant l'any 2021, es van incorporar 29 nous/noves estudiants de doctorat a ICFO. Les posicions predoctorals a ICFO es financen amb finançament basal, finançament competitiu procedent de projectes de recerca i beques institucionals així com beques predoctorals nominals finançades per diferents programes d'ajuts nacionals i internacionals, com per exemple:

- ENLIGHTEN, una acció Marie Skłodowska-Curie-COFUND del programa Horizon 2020 de la Unió Europea.
- Accions ITN, del programa Marie Skłodowska-Curie de la Unió Europea.
- Ajuts predoctorals de l'Agència Estatal de Investigació.
- INPhINIT "LaCaixa" Fellowship Programme.
- Ajuts predoctorals FI de l'AGAUR-Generalitat.
- ICFO CELLEX Fellowships.
- Severo Ochoa Excellence Fellowships



Durant el 2021,
18 estudiants
van defensar la seva
tesis a ICFO

Evolució de tesis doctorals defensades a l'ICFO en els darrers 5 anys



Tesis llegendes durant l'any 2021



NOM PHD
ZAFER AKGUL

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Gerasimos Konstantatos

DATA DE DEFENSA
11.02.2021

TÍTOL TESI
Environmentally friendly nanocrystals synthesized and processed in ambient conditions for solution-processed solar cells



NOM PHD
NICOLA PALOMBO

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Niek van Hust

DATA DE DEFENSA
24.03.2021

TÍTOL TESI
Deterministic control of nanoantenna and single-photon emitter interaction at the nanoscale



NOM PHD
PATRICK HUEMBELI

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Antonio Acin

DATA DE DEFENSA
25.03.2021

TÍTOL TESI
Machine Learning for Quantum Physics and Quantum Physics for Machine Learning



NOM PHD
CARLES URGELL

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Adrian Bachtold

DATA DE DEFENSA
30.03.2021

TÍTOL TESI
New phenomena in high-quality suspended nanotube devices



NOM PHD
AUXILIADORA PADRÓN

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Hugues de Riedmatten

DATA DE DEFENSA
08.04.2021

TÍTOL TESI
Quantum nonlinear optics at the single-photon level with cold Rydberg atoms



NOM PHD
LISA SAEMISCH

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Niek van Hulst

DATA DE DEFENSA
15.04.2021

TÍTOL TESI
Large-scale imaging of optical antennas and single molecules



NOM PHD
DARIO DE SANTIS

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Antonio Acín

DATA DE DEFENSA
22.06.2021

TÍTOL TESI
Witnessing non-Markovian evolutions



NOM PHD
SLAVEN TEPsic

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Adrian Bachtold

DATA DE DEFENSA
07.07.2021

TÍTOL TESI
Optomechanical Resonators Based On Low Dimensional Materials



NOM PHD
NILS GUENTHER

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
**Maciej Lewenstein
Pietro Massignan**

DATA DE DEFENSA
08.09.2021

TÍTOL TESI
Dynamics of Quantum Mixtures



NOM PHD
PAU GÓMEZ KABELKA

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Morgan Mitchell

DATA DE DEFENSA
28.09.2021

TÍTOL TESI
Spinor Bose-Einstein Comagnetometer and Interhyperfine Interactions in Rb87



NOM PHD
GUILLERMO MARTÍNEZ-DENEGRI SÁNCHEZ

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Jordi Martorell

DATA DE DEFENSA
29.09.2021

TÍTOL TESI
Light harvesting and energy efficiency in perovskite solar cells and their applications



NOM PHD
SAMYOBRATA MUKHERJEE

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
**David Artigas
Lluís Torner**

DATA DE DEFENSA
05.10.2021

TÍTOL TESI
Bound States in the Continuum in Planar Anisotropic Structures



NOM PHD
NIELS HESP

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Frank Koppens

DATA DE DEFENSA
20.10.2021

TÍTOL TESI
**Exploring twisted bilayer
graphene with nano-optics**



NOM PHD
JONAS FISCHER

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
**Turgut Durduran
Udo Weigel**

DATA DE DEFENSA
26.10.2021

TÍTOL TESI
**Transcranial diffuse optical
measurements of pulsatility
derived parameters for
neuromonitoring applications**



NOM PHD
RAFAËL SIBILO

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Valerio Pruneri

DATA DE DEFENSA
12.11.2021

TÍTOL TESI
**Interactions and optical
properties of microorganisms
on surfaces**



NOM PHD
DAVID MORENO MENCÍA

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Simon Wall

DATA DE DEFENSA
22.11.2021

TÍTOL TESI
**The application of broadband
ultrafast spectroscopy to
reveal structural, magnetic
and electronic dynamics in
quantum materials**



NOM PHD
CARLOTTA CIANCICO

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
**Frank Koppens
Antoine Reserbat-Plantey**

DATA DE DEFENSA
09.12.2021

TÍTOL TESI
**Integration and electrical
manipulation of single-photon
sources in 2-dimensional
devicessingle emitters and
photonic antennas-on-probe**



NOM PHD
VINDHIYA PRAKASH

PROGRAMA DOCTORAT
Fotònica

DIRECTOR DE TESI
Morgan Mitchell

DATA DE DEFENSA
16.12.2021

TÍTOL TESI
**Narrowband photon pairs
for atoms: high resolution
spectral engineering and
characterisation**



Reconeixements

Els guanyadors del Premi extraordinari de doctorat de l'ICFO per les tesis defensades durant el 2021 han estat:

En l'àmbit teòric a:

Dr. Daniel González Cuadra

In recognition of the exceptional thesis: A cold-atom approach to topological quantum matter across the energy scale.

Supervised by: ICREA Prof Dr Maciej Lewenstein

En l'àmbit experimental a:

Dr. Pamina Winkler

In recognition of the exceptional thesis: Novel planar photonic antennas to address the dynamic nanoarchitecture of biological membranes.

Supervised by: ICREA Prof at ICFO Dr María García-Parajo

Cal destacar que 3 estudiants de doctorat de l'ICFO van rebre el 2021, el Premi Extraordinari de Doctorat de la UPC per tesis presentades durant el curs acadèmic 2018/2019.

El guardó ha recaigut en:

Dr. Alejandro Pozas Kerstjens

Supervised by: ICREA Prof at ICFO Dr Antonio Acín

Dr. Francesco Ricci

Supervised by: ICREA Prof at ICFO Dr Romain Quidant

Dr. Renwen Yu

Supervised by: ICREA Prof at ICFO Dr Javier García de Abajo

8. PLUS +

El personal investigador en formació i personal investigador postdoctoral de l'ICFO es beneficia del programa ICFO+, programa de desenvolupament personal i professional que ofereix cursos i activitats que els ajuda en la seva progressió de carrera i els prepara per posicions de lideratge tant en l'àmbit acadèmic com en l'àmbit professional.

Es llisten a continuació les activitats dutes a terme en aquest marc durant el 2021:

	DATA	NOM	IMPARTIT	DIRIGIT
LECTURES	Gener-Març 2021 Octubre-Novembre 2021	ICFO Theory Lectures	Personal ICFO Grups de Recerca Àmbit Teòric i Personal Investigador extern	Estudiants de Doctorat + Investigadors/es postdoctorals
	Gener-Maig 2021	ICFO Bio Lectures	Personal ICFO Grups de Recerca Àmbit Bio	Estudiants de Doctorat + Investigadors/es postdoctorals
TUTORIALS	13, 14 i 15 de Maig 2021 17, 18 i 19 de Novembre 2021	LabVIEW Introductory Course	Personal SLN ICFO	Estudiants de Doctorat de 1r i 2n any
PROFESSIONAL DEVELOPMENT	15 Juliol	Becoming a Scientific Writer: Putting 'Why' before 'How'	Gavin Lucas / The Paper Mill	Estudiants de Doctorat de 2n i 3r any
	2 Desembre	Research Integrity Workshop	Maruxa Martinez / UPF-PRBB	PhD Trainees
	15 i 16 Novembre	Initial PhD Retreat: Essential Transferrable Skills for Early Career Researchers	Gavin Lucas and Tobias Maier / The Paper Mill	Estudiants de Doctorat recentment incorporats
	15 Novembre	PhD retreat: Supervision Expectations, Feedback, Crosscultural Communication	Alicia Marin / TheSkyisTheLimit	Estudiants de Doctorat de segon any
	29 Octubre	An Effective CV	Jaun Luc Doumont / Principiae	Estudiants de Doctorat de 3r i 4n any + Investigador/es postdoctorals
	28 Octubre	Effective Oral Presentations	Jaun Luc Doumont / Principiae	Estudiants de Doctorat de 2n i 3r any
BUSINESS	4, 5 i 21 Octubre	ICFO-ESADE: From Science to Business	ESADE	Estudiants de Doctorat de 3r i 4rt any
	16 i 17 Febrer	Understanding Patents in Photonics	Carles Puente	Estudiants de Doctorat de 3r i 4rt any
LEADERSHIP	12 i 16 de Juny	MSCA Workshops + Coaching sessions	Halbert Research	Investigadors/es postdoctorals
	6 Setembre	La Caixa Junior Leader Workshop	Personal Finances ICFO	Investigadors/es postdoctorals
	29 Juliol	MSCA Orientation session	Isabel Parreu i Alberich	Investigadors/es postdoctorals
	23 Novembre	Resilience and Well-being Workshop	Victoria Conesa / On Balance	Estudiants de Doctorat + Investigadors/es postdoctorals

9. Severo Ochoa Excellence Postdoctoral Fellowships

Durant el 2021 ICFO va obrir dos convocatòries de beques Severo Ochoa Excellence, finançades pel Programa Severo Ochoa, dirigides a personal investigador doctor per fer recerca a grups de l'ICFO. En aquest marc s'han concedit 18 posicions finançades pel Programa Severo Ochoa. Durant l'any 2021 s'han incorporat 9 investigadors i durant el 2022 s'espera la incorporació de 12.

10. Accions formatives BIST

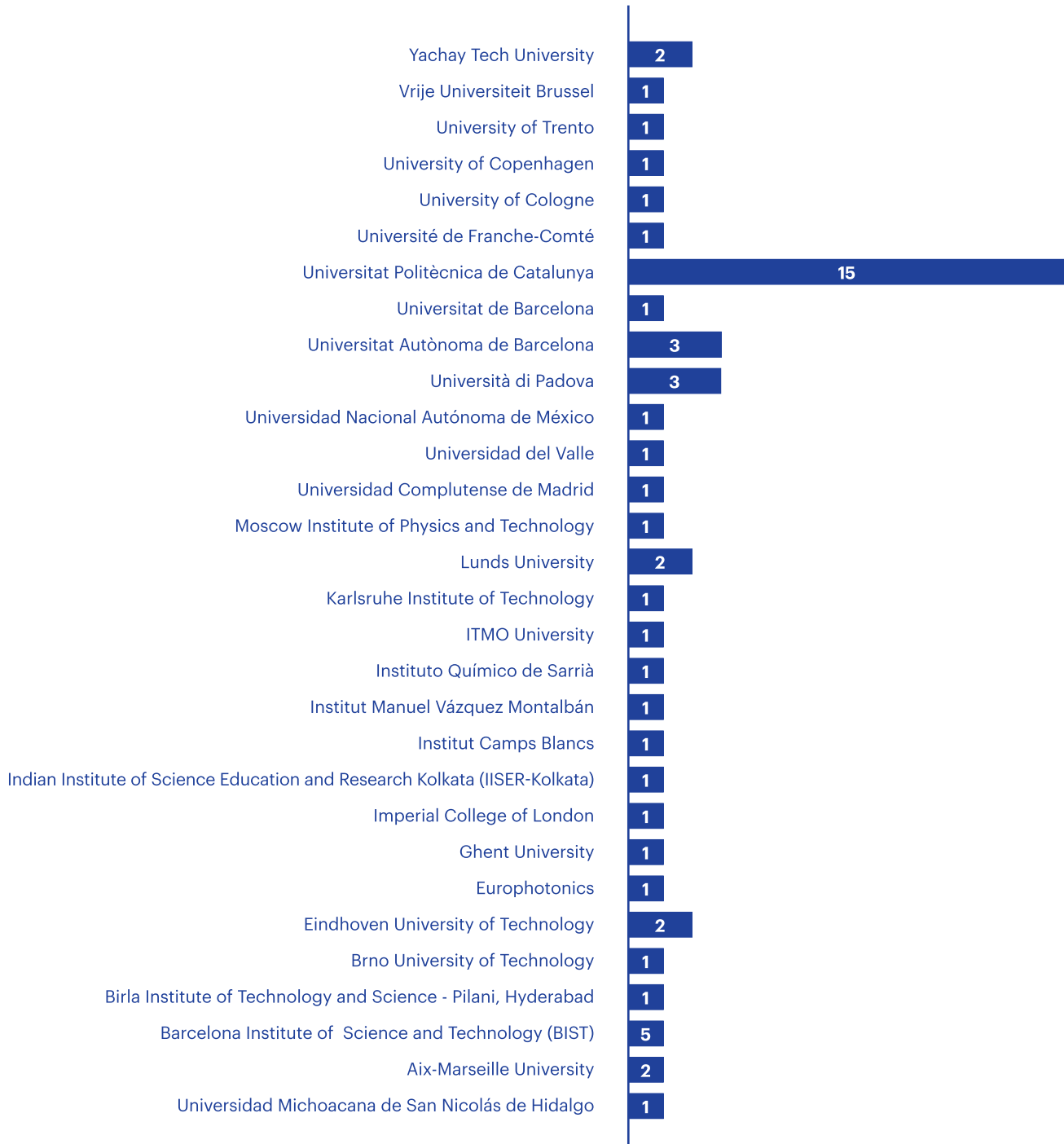
En col·laboració amb tots els centres BIST-Barcelona Institute of Science and Technology, s'han organitzat, durant el 2021, diverses activitats formatives per al personal Investigador dels diversos centres. En concret:

- How to succeed in your PhD, designed to offer PhD students the opportunity to focus on developing competences for successful self-management and development during the doctorate, held in April. 6 PhD students attended the course.
- How to prepare a European Research Strategy, designed to help participants to plan strategically for Horizon Europe, held in May. 5 staff members participated in this training action.
- Career Week, 5 days of workshops and roundtable sessions aimed to prepare researchers to the next career step, held in July. More than 40 ICFO PhD Students and Post-doctoral researchers participated in this event.
- Supervising PhD Students, designed to get the skills for effective supervision, held in June. 11 Post-doctoral researchers participated in this training session.
- How to write a competitive proposal for Horizon Europe, designed to train researchers, research managers and research support service teams in writing professional and competitive proposals for Horizon Europe, held in July. 8 staff members and 5 Post-doctoral researchers participated in this course.
- BIST-ESADE, aimed to increase the speed of turning innovation and knowledge into new ventures, held in October. 4 researchers participated in this activity.
- Patents and others IPR for Researchers, aimed to offer an overview of how to protect ideas and research results, held in November. 1 PhD Students and 2 Post-doctoral researchers participated in the course.
- Resilience & Well-being Tools at Work, aimed to identify and introduce healthy habits that increase health and well-being, held in November. 2 staff members joined the event.

11. Quantum Technologies ICFO-IMPRS PhD taller

Amb la intenció d'ampliar els coneixements de la propera generació de líders científics, i ajudar a enfortir la relació entre l'ICFO i les seves institucions associades, es va celebrar a l'ICFO del 23 al 26 de març la segona edició ICFO-IMPRS PhD, taller de tres dies en què participen més de 80 estudiants. L'objectiu de aquest taller era reunir estudiants de doctorat de l'ICFO i la International Max Planck Research School de Quantum Science and Technology - una escola de postgrau que implica l'Institut Max Planck d' Òptica Quàntica, Ludwig-Maximilians Universität München i la Universitat Tècnica de Munich – i crear un entorn estimulant per a debats i treballs en xarxa. Va incloure conferències d'investigadors dels dos instituts i un grup selecte de convidats, així com xerrades i pòsters dels doctorants.

12. Convenis subscrits amb Universitat i Centres educatius per estades d'estudiants per fer pràctiques a l'ICFO



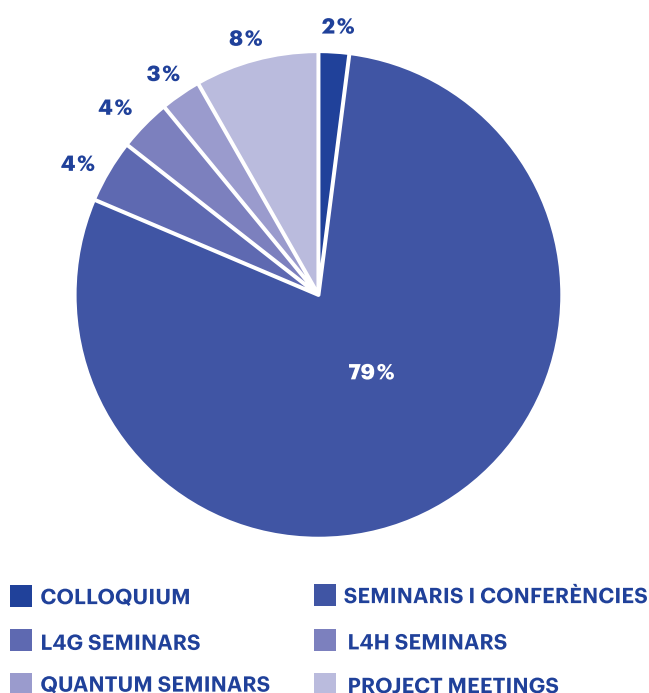
Esdeveniments i Comunicacions

05

5. 1. Actes científics

Durant l'any 2021 s'han realitzat diferents activitats científiques-acadèmiques.

ACTES CIENTÍFICS 2021	
Colloquium	3
Seminaris i conferències	129
L4G seminars	6
L4H seminars	6
Quantum Seminars	4
Project Meetings	14



Colloquium 3

TÍTOL	PONENT	DATA
Quantum Simulation with Ultracold Atoms – From Hubbard Models to Gauge Theories	MONIKA AIDELSBURGER	22.07.2021
Quantum Computation and Simulation -- Spins Inside	LIEVEN VANDERSYPEN	01.10.2021
Entangled Crystals for Quantum Repeaters	HUGUES DE RIEDMATTEN	10.12.2021

5. 2. Esdeveniments

5. 2. 1. Acadèmics

Online, Barcelona i Rehovot. 5-8 Juliol 2021

ICFO-Weizmann SCHOOL ON THE FRONTIERS OF LIGHT New Approaches to Atom-Light Interactions

Aquesta Frontiers School exposà als joves investigadors a alguns dels recents enfocaments interessants destinats a crear una nova generació potent d'interfícies àtom-llum i les possibilitats resultants. Les noves plataformes que es van tractar inclouen matrius atòmiques ordenades, conjunts d'àtoms de Rydberg, interfícies atòmiques amb estructures nano i microfotòniques i sistemes basats en circuits superconductors QED. Aquesta escola conjunta es donà presencialment als centres ICFO i Weizmann, amb conferències i seminaris en els dos centres, simultàniament per videoconferència. Les sessions plenàries es donen online i estan obertes a tots els interessats.



Ponents de la Frontiers School:

- Alejandro González Tudela, Instituto de Física Fundamental-CSIC
- Alicia Kollar, University of Maryland
- Barak Dayan, Weizmann Institute of Science
- Daniel Barredo, CINN-CSIC & Institut d'Optique-CNRS
- Emanuele Dalla Torre, Department of Physics and Center for Quantum Entanglement Science and Technology (QUEST), Bar-Ilan
- Ephraim Shahmoon, Weizmann Institute of Science
- Ido Kaminer, Technion
- Juanjo Garcia Ripoll, Instituto de Física Fundamental, CSIC
- Mariona Moreno Cardoner, Institute of Cosmos Sciences of the University of Barcelona (ICCUB)
- Ofer Firstenberg, Weizmann Institute of Science
- Pol Forn-Díaz, Institute for High Energy Physics (IFAE)

Número d'assistents:

- 276 estudiants es van registrar per assistir a l'escola online.
- Mitjana de 100 estudiants connectats online diàriament.
- 30 aplicacions per assistir a un dels dos HUBS presencialment
- Assistents als HUBS:
 - ICFO: 16 assistents externs + 29 estudiants d'ICFO
 - Weizmann: 32 assistents externs + 27 estudiants de Weizmann
 - Assistents Online amb accés a les activitats dels HUBS: 14 estudiants

DURANT EL 2021 S'HAN REALTZAT DIVERSOS ESDEVENIMENTS ACADÈMICS

- **ALUMNI SEMINARS**, amb MAURIZIO RIGHINI (Centrillion Technologies), ANA ASENJO GARCÍA (Columbia University), BÁRBARA BUADES & JAMES DOUGLAS (Meetoptics), JAN HUWER (Cambridge Research Laboratory of Toshiba Europe Ltd), JON DONNER (Nanofabrica), OSAMU TAKAYAMA DTU Fotonik (Al llarg de 2021)
- **FNS 2021** Frontiers of Nanomechanical Systems (19 de Gener)
- **ICFO-IMPRS** joint workshop (23 de Març)
- **BeCOMe** Conference 2021 (1 de Juny)
- **BIST Symposium: Nanoscopy and Imaging Sciences** (17 de Juny)
- **2021 BIST Conference: Wellbeing and mental health in science: towards a more enjoyable research career** (5 de Novembre)
- **WQED20** Poster Session (23 de Juny)
- **ICFO-Weizmann SCHOOL ON THE FRONTIERS OF LIGHT: New Approaches to Atom-Light Interactions** (5-8 de Juliol)
- **ICFO - U of T - PTL-STANFORD INTERNATIONAL SCHOOL ON THE FRONTIERS OF LIGHT: Photons for Green Energy** (25-27 de Octubre)
- **ICFO-UNAM-UniAndes INTERNATIONAL SCHOOL ON THE FRONTIERS OF LIGHT: Quantum Challenges** (8-11 de Novembre)
- **LA CAIXA** Junior Leader Roundtable (6 de Setembre)
- **BEYOND ICFO: Career Paths for Postdocs** (23 de Setembre)
- **PREMIUM Workshop: Vibrational spectroscopy and biomimetic membranes for understanding protective mechanisms of oligosaccharides** (5 de Octubre)
- **FOCUS: MENTAL HEALTH: Workshop Resilience & Well-Being Program** (15 i 21 de Octubre)
- **FOCUS: MENTAL HEALTH: The Philosophy of Alpinism** (9 de Novembre)
- **FOCUS: MENTAL HEALTH: Resilience & Well-being tools at work** (23 i 24 de Novembre)
- **MSCA-PF Workshop: How to Write a Competitive Proposal** (4 i 11 de Juny)
- **PHD RETREAT** (1st & 2nd year PhD Students) (15 i 16 de Novembre)
- **ANDI workshop** (1-3 de Desembre)

5. 2. 2. Científics

Online. 18 Febrer 2021

BARCELONA MEDICAL PHOTONICS NETWORK KICK OFF

Vuit institucions sanitàries destacades de l'àrea de Barcelona, els seus instituts de recerca i l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) uneixen forces per crear una xarxa amb l'objectiu de portar tecnologies fotòniques d'avantguarda als hospitals. Es va tractar de la primera reunió per la posta en marxa de la Xarxa de Fotònica Mèdica de Barcelona, que promou les activitats de recerca i desenvolupament que es duen a terme al voltant de Barcelona i, per extensió, a tot Catalunya. El programa es divideix en 3 parts:

Després d'una presentació inicial per part de Lluís Torner, Director de l'ICFO, es convida a participar als **representants de les autoritats i les entitats patrocinadores de la iniciativa:**

- Director General de Recerca del Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya, el Senyor Joan Gómez.
- Director General de Recerca i Innovació en Salut del Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya, el Doctor Robert Fabregat.
- Tercera Tinenta d'Alcaldia de l'Agenda 20-30 Transició Digital, Esports i Coordinació Territorial i Metropolitana de l'Ajuntament de BCN, la Senyora Laia Bonet.
- Director Corporatiu d'Investigació i Salut de la Fundació La Caixa, el Senyor Àngel Font.

L'esdeveniment segueix amb la intervenció els **Directors de les entitats que integren la Xarxa:**

- Dr. Jordi Surrallés, Director Científic de la Fundació Institut de Recerca de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
- Dr. Elías Campo, Director IDIBAPS (Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer)
- Dr. Joan X. Comella, Director de la Fundació Hospital Universitari Vall d'Hebrón Insitut de Recerca
- Dr. Josep Taberero, Director, Vall d'Hebron Institut d'Oncologia (VHIO)
- Dr. Jordi Barretina, Director General de la Fundació Institut d'Investigació en Ciències de la Salut Germans Trias i Pujol
- Dr. Emili Bargalló, Director de la Fundació de Recerca de l'Hospital Sant Joan de Déu

Finalment, **intervenen els investigadors** i investigadores que treballen en els nombrosos projectes de col·laboració de la Xarxa de Fotònica Mèdica.

- Prof. Turgut Durduran, Cap del Grup de Recerca de Fotònica Mèdica de l'ICFO
- Prof. Pablo Loza, Cap del Grup de Microscopia i Imatge Avançada a l'ICFO
- Prof. Marco Inzitari, Investigador Principal del Grup de Recerca en Envel·liment, Fragilitat i Transicions del VHIR, i Director d'Atenció Integrada i Recerca del Parc Sanitari Pere Virgili
- Dra. Cecilia Jimenez Mallebrera, Cap del grup de Neurociències de l'Institut de Recerca de l'Hospital Sant Joan de Déu
- Dr. Jaume Mesquida, Metge i investigador clínic de la Unitat de Cures Intensives del Parc Taulí de Sabadell
- Dr. Albert Lleó, Director de la Unitat de Memòria del Servei de Neurologia de l'Hospital de la Santa Creu i Sant Pau

L'Ariadna Martinez, Project Manager a KTT, va presentar aquest esdeveniment que es va seguir online per uns 40 assistents.



DURANT EL 2021 S'HAN REALTZAT I S'HA PARTICIPAT EN DIVERSOS ESDEVENIMENTS CIENTÍFICS

- **Barcelona Medical Photonics** Network Kick-off (18 de Febrer)
- **CiViQ** General Assembly (8 de Febrer)
- **CiViQ** Meeting (24 de Febrer)
- **DAALI** Project Meeting (17 de Novembre)
- **GraphCAT** event (8 i 15 de Abril)
- **LICROX** Consortium Meeting (1 de Octubre)
- **LUCA** Project Meeting (6 de Juliol)
- **QuantumCAT** meeting (12 de Novembre)
- **TinyBrains** Kick Off Meeting (25 de Gener)
- **VASCOVID** Project Meeting (8 de Juny)
- **VASCOVID** project meeting (24 de Novembre)
- **WP8** MEETING (15 de Març)
- **2D-SIPC** Project Meeting (23 de Desembre)

5. 2. 3. Corporatius

ICFO, Castelldefels. 17 Desembre 2021

ICFO DAY 2021

L'any 2021 celebrem la sisena edició de l'ICFO DAY i aprofitem l'ocasió per celebrar-ho amb activitats que ens permetran conèixer millor els nostres companys ICFOnians i els seus interessos.



DURANT EL 2021 S'HAN REALTZAT DIVERSOS ESDEVENIMENTS CORPORATIUS

- **ICFOnians for Women in Science Month** (11 de Febrer al 8 de Març), amb xerrades de HALINA RUBINSZTEIN-DUNLOP (University of Queensland), ALLISON ROMANYSHYN (SPIE), INO AGRAFIOTI (ERC), REIKO YAMADA (Phonos Foundation), JESS WADE (Imperial College)
- **PRIDE MONTH AT ICFO** (Juny 2021)
- **ICFOnians amb La Marató TV3** (1 de Novembre)
- **Visita** a ICFO Vicepresident Pere Aragonés (9 de Abril)
- **Visita** a ICFO Alicia Romero, Portaveu del Partit dels Socialistes de Catalunya (16 de Setembre)
- **Visita** a ICFO Consellera de Recerca i Universitats Gemma Geis (8 de Juny)
- **Visita** a ICFO Oriol Junqueras i Marta Vilalta (9 de Novembre)



5. 2. 4. Socials

ICFO, Castelldefels. 29 Octubre 2021

LA CASTANYADA 2021

Torna la socialització presencial a l'ICFO, just a temps per a la celebració catalana més coneguda de la temporada: La Castanyada!

Portem una mica d'aquesta celebració a l'ICFO!

DURANT EL 2021 S'HAN REALZAT DIVERSOS ESDEVENIMENTS SOCIALS

- **LA CASTANYADA**
(29 de Octubre)
- **INTERNATIONAL FOOD FESTIVAL,**
ICONS (26 de Novembre)



5. 3. Divulgació i Relacions amb l'exterior

5. 3. 1. Activitats de divulgació i Outreach

L'ICFO compta amb un equip dedicat a la divulgació en el departament de Transferència de Coneixement i Tecnologia (KTT). L'objectiu principal de la difusió de l'ICFO és promoure a la societat en general o a grups específics la importància, potencialitat i ubiqüitat de la fotònica i les seves aplicacions industrials. Amb el pas del temps s'ha creat una àmplia cartera d'activitats i continguts dirigits a tots els segments de la societat, des de professors i joves estudiants i universitaris, fins a emprenedors, indústria, hospitals o museus, només per anomenar-ne alguns d'ells.



Aquesta cartera és dinàmica i es renova constantment, cobrint tots els formats d'activitats (visites guiades, xerrades, congressos, continguts multimèdia, experiments científics, concursos, etc.)

Es treballa tant a nivell local com internacional, treballant amb educadors, museus, artistes, científics, clústers de la indústria a nivell local i amb altres institucions a nivell internacional. En aquest sentit, l'ICFO va fundar i actualment està coordinant ECOP (centres europeus per a la divulgació en fotònica), una aliança compromesa amb la creació de col·laboracions a llarg termini per a un major compromís en la difusió de la fotònica. Des de l'abril de 2013, els principals programes de divulgació de l'ICFO són:

- Visites guiades i tallers
- Fires, conferències i xerrades
- Programes internacionals
- Concursos
- Experiments de ciència ciutadana
- Plataformes multimèdia

La situació de pandèmia global ha afectat especialment les activitats d'outreach, que en general sempre havien estat fins aleshores presencials, tant si tenien lloc a l'ICFO com a fora de l'institut. L'equip d'outreach ha treballat per adaptar quan fos possible les activitats al món virtual, obtenint resultats prometedors que possibiliten el manteniment de formats digitals convivint amb activitats presencials en el futur.

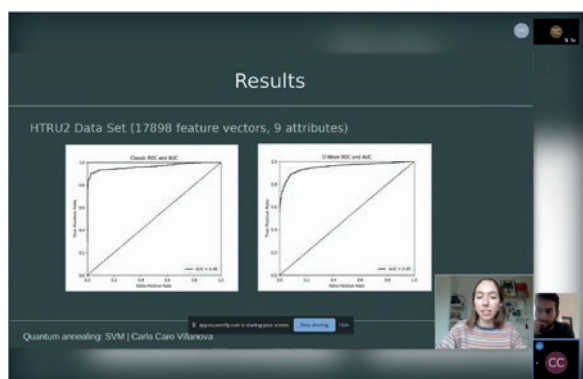
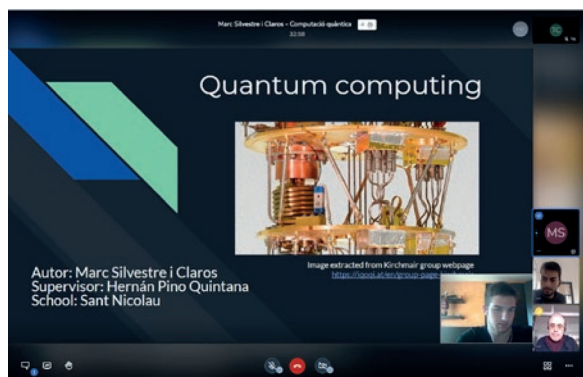
Destaquem a continuació algunes de les activitats que s'han dut a terme durant el 2021.

Decide Game

24 diferents edicions durant el 2021

El Decide Game, una adaptació del Play Decide, és l'activitat que ICFO ha creat ja en tres edicions diferents al voltant de les següent temàtiques; el canvi climàtic, la física i tecnologies quàntiques i un tercer al voltant de l'ICFO, que ha resultat una eina molt exitosa per a introduir ICFO de forma engrescadora i amb molt de contingut. Durant el 2021 s'han organitzat 24 sessions, de les quals 22 han estat en format virtual i dues presencials (una a la biblioteca Sagrada Família a Barcelona i l'altra a ICFO) que en total hi han participat 551 persones, la gran majoria, alumnes de batxillerat.

L'ICFO Decide Game és una activitat interactiva per descobrir el món de l'ICFO i de la fotònica discutint en petits grups. Al llarg de l'activitat, els participants reben informació essencial per discutir sobre la fotònica i la importància de la ciència i de la recerca a la nostra vida, descobrir projectes de ciència puntera que s'estan desenvolupant a l'ICFO, i parlar amb els científics i científiques que hi treballen.



Young Photonics Congress

12 Març 2021

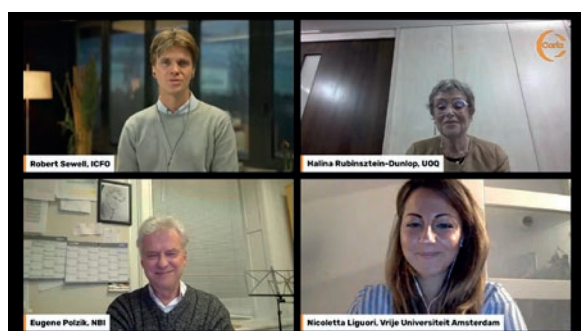
La sisena edició d'un dels programes estrella d'outreach que l'ICFO organitza amb el suport de la Fundació Catalunya-La Pedrera-Càtedra Cirac, el Young Photonics Congress, es va haver de tornar a fer en línia donades les circumstàncies. En aquesta ocasió hi van prendre part 14 projectes que varen ser presentats pels seus 15 autors, estudiants de batxillerat d'arreu de Catalunya dels quals quasi la meitat eren noies. 45 persones, entre les quals varis experts de l'ICFO, van participar-hi, podent escoltar les explicacions dels estudiants sobre els seus projectes i dialogar amb ells sobre aquests.

Les temàtiques del projectes presentats eren molt àmplies, des de la física quàntica al voltant de la ciberseguretat i la computació quàntica, a temes sobre sostenibilitat parlant de cel·les solars i l'ús de nous materials en sistema de purificació d'aigua, a l'ús de la fotònica en temes de salut.

Fotònica en 5 Minuts

11 Febrer 2021

Dins el marc de la celebració del Dia Internacional De la Dona i la Nena a la Ciència, Outreach va organitzar la activitat Fotònica en 5 Minuts en format online i en la que 1000 participants, majoritàriament d'escoles de secundària d'arreu de l'estat. Aquesta és una activitat que apropa la fotònica als estudiants a través del relat curt i engrescador de tres científiques en diferents punts de les seves carreres en els que elles expliquen el que fan, tant des del punt de vista de contingut científic com professional. Malgrat que l'activitat és en línia, hi ha molta interacció amb els participants, que poden enviar les seves preguntes a les ponents a través del xat de la plataforma usada.



CARLA

23 Febrer i 29 Novembre 2021

Durant el 2021 es van organitzar dos CARLA camps, esdeveniments creats pel projecte CARLA, coordinat per ICFO i finançat per la UE en el marc H2020, el qual ha desenvolupat un model per a campaments pan-europeus d'excel·lència sobre fotònica per encoratjar a estudiants universitaris i joves investigadors a seguir una carrera en fotònica. Durant el 2021 ICFO ha organitzat dos CARLA camps en format online o híbrid, amb la participació en total de 325 persones, majoritàriament estudiants universitaris, de doctorat i post-doctorals, i una valoració per sobre de 4/5, obtenint uns comentaris molta favorables tant dels participants oc dels ponents. En total, més de 25 empreses i institucions de recerca i universitàries han participat en aquests camps. Ja s'està planificant la següent edició que s'espera tingui lloc ja en format presencial el 2022.

Incloem aquí un recull resumit de les activitats de divulgació que ICFO ha realitzat el 2021.

DATA	NOM	UBICACIÓ	Nº PARTICIPANTS
29.01.2021	ICFO Decide Game	Virtual	39
11.02.2021	Fotónica en 5 minutos	Virtual	1000
11.02.2021	100tifiques	Virtual	350
18.02.2021	ICFO Decide Game	Virtual	27
23.02.2021	CARLA camp	Virtual	175
12.03.2021	Young Photonics Congress	Virtual	60
17.03.2021	Jornades sobre l'ensenyament de les Ciències	Virtual	34
19 26.03.2021	ICFO Decide Game	Virtual	20 30
09.04.2021	ICFO Decide Game	Virtual	28
22 27.04.2021	ICFO Decide Game	Virtual	52 27
29.04.2021	ICFO Decide Game	Virtual	21
30.04.2021	Talk with Liceo Calini - Brescia	Virtual	92
03.05.2021	Talk with ITC Bordoni - Pavia	Virtual	80
04 07.05.2021	ICFO Decide Game	Virtual	25 16
13 17.05.2021	ICFO Decide Game	Virtual	28 20
20 21.05.2021	ICFO Decide Game	Virtual	16 30
27.05.2021	ICFO Decide Game	Virtual	25
13.06.2021	Festa de la Ciència - Fotónica en 5 Minuts!	Barcelona	35
13.06.2021	Pecha kucha express: arts and science	Biennal Ciutat i Ciència, Plaça Comercial del Born, Barcelona	75
01.07.2021	La física quàntica: una eina per a noves tecnologies emergents	Virtual	30
06.07.2021	BIYSC	ICFO	12
08.07.2021	STEAM: Tuning the classroom to reality	Virtual	100
30.07.2021	ICFO Decide Game	Biblioteca Sagrada Família - Barcelona	10
02.10.2021	Bojos per la Física	Virtual	25
07.10.2021	ICFO Decide Game	Virtual	20
20.10.2021	Skype a Scientist	Virtual	40
28.10.2021	Interpreting Quantum Randomness	Sonar - CCCB	100
16.11.2021	Fotonica en 5 minutos - BIST edition	Virtual	1500
17.11.2021	Dia de la ciencia a les escoles - ICFO Decide Game	IES El Calamot, Gavà	100

DATA	NOM	UBICACIÓ	Nº PARTICIPANTS
19 25.11.2021	ICFO Decide Game	Virtual	30 20
28.11.2021	CARLA camp	Virtual	150
01.12.2021	Quantum Decide Game @EQTC21	Virtual	30
03 14.12.2021	ICFO Decide Game	Virtual	29 20
13.12.2021	ICFO Decide Game	ICFO	8
01.01.2021	mSTEAM materials	Virtual	26
Durant el 2021	Quantum Tour	Virtual	1589
Durant el 2021	Suport a TR	ICFO / Virtual	41
Durant el 2021	Bell's Theorem: a drama in four acts	Virtual	705
Durant el 2021	Quantum module @CosmoCaixa	CosmoCaixa	Dades no disponibles

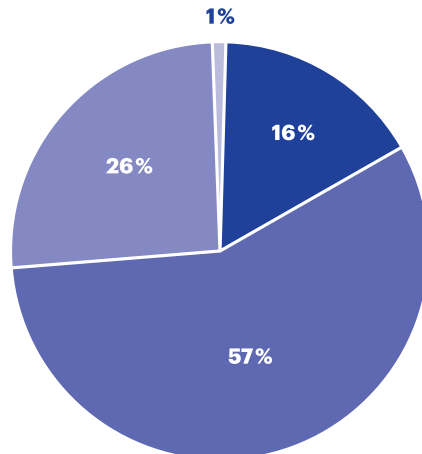
7. 1. 1. Reconeixements i premis

RECONeixEMENTS I PREMIS 2021				
Data	Premi	Tipu de premi	Institució	Receptor
21.12.2021	ICFO PhD Thesis Award	Personal	ICFO	Pamina Winkler
21.12.2021	ICFO PhD Thesis Award	Personal	ICFO	Daniel Gonzalez
16.11.2021	Highly Cited Researcher	Personal	Web of Science	Pelayo García de Arquer
16.11.2021	Highly Cited Researcher	Personal	Web of Science	Javier García de Abajo
16.11.2021	Highly Cited Researcher	Personal	Web of Science	Frank Koppens
16.11.2021	Highly Cited Researcher	Personal	Web of Science	Maciej Lewenstein
04.11.2021	Placa Narcís Monturiol	Institutional	Generalitat de Catalunya	ICFO
01.11.2021	Favorite publication	Personal	Women in Cell Biology Committee	María García-Parajo
22.10.2021	Student Research Excellence Award	Personal	fNIRS	Jonas Fischer
22.10.2021	Student Research Excellence Award	Personal	fNIRS	Susanna Tagliabue
21.09.2021	Premio Investigador Joven en Física Experimental	Personal	Real Sociedad Española de Física - Fundación BBVA	F. Pelayo Garcia De Arquer
16.07.2021	Member of Polska Akademia Umiejetnosci	Personal	Polska Akademia Umiejetnosci	Maciej Lewenstein
22.06.2021	2021 EPS-QEOD Thesis Prize	Personal	EPS	André Gonçalves
22.06.2021	2021 EPS-QEOD Thesis Prize	Personal	EPS	Renwen Yu
11.02.2021	OSA David Richardson Medal	Personal	OSA	Majid Ebrahim-Zadeh

5. 3. 2. Impacte en els mitjans

MITJANS 2021	
	Nombre
Mitjans escrits catalans	142
Mitjans escrits espanyols	493
Mitjans internacionals	219
Mitjans audiovisuals	6

Durant l'ant 2021, l'impacte de l'ICFO en els mitjans queda reflectits en la taula i el gràfic adjunt:



- MITJANS ESCRITS CATALANS
- MITJANS INTERNACIONALS
- MITJANS ESCRITS ESPANYOLS
- MITJANS AUDIOVISUALS

LA VANGUARDIA

JUEVES, 3 JUNIO 2021

SOCIEDAD

LA VANGUARDIA 29

Científicos del ICFO sientan las bases de la comunicación cuántica en internet

Avance para lograr que la transmisión de datos sea absolutamente segura

LEYDI FLAMARQUE / JOSEP CORRELLA / Reuters

Investigadores del Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) han sentado las bases para transmitir datos por internet utilizando las leyes de la física cuántica en una investigación a la que la revista Nature dedica esta semana su portada. Se espera que las comunicaciones cuánticas permitan transmisiones más seguras, ya que ningún mensaje podrá ser interceptado sin que su emisor y su receptor lo sepan, lo que ha despertado el interés de bancos, ejércitos y gobiernos.

En experimentos realizados en la sede del ICFO en Castelldefels, los investigadores han conseguido entrelazar dos memorias cuánticas situadas en laboratorios diferentes. Esto significa que un único fotón se encuentra al mismo tiempo en las dos memorias, separadas por una distancia de 10 metros. En próximos experimentos en-

tre Barcelona y Castelldefels, el equipo del ICFO se propone extender el rango de los enlaces cuánticos a 25 kilómetros. Más adelante, esperan conseguir repetidores cuánticos para transmitir la información de forma extremadamente segura a distancias más largas utilizando las infraestructuras de telecomunicaciones actuales.

En los cables de fibra óptica de las redes de telecomunicaciones, la señal se degrada con la distancia y hacen falta amplificadores cada 50 o 100 kilómetros, explica Hugues de Riedmatten, investigador Icrea en el ICFO y director del trabajo. Con los repetidores cuánticos, "queremos lograr una versión cuántica del repetidor que permita comunicar una distancia superior a los 100 kilómetros", declara el físico, cuyo proyecto está financiado por la Fundación Moore de Estados Unidos. Junto a una mayor capacidad para cubrir distancias largas, la física



Los autores de la investigación, dirigidos por Hugues de Riedmatten (derecha), en el ICFO

La revista 'Nature' dedica esta semana su portada a la investigación del equipo de Castelldefels

cuántica propicia también una mayor seguridad en las telecomunicaciones. Los procesos de encriptación actuales se sirven de computaciones complejas basadas en números primos muy grandes. Con las comunicaciones cuánticas, "la seguridad estará garantizada por las leyes de la física y no de las mate-

máticas", asegura De Riedmatten. En la actualidad, ya hay compañías que ofrecen servicios de encriptación cuántica de información.

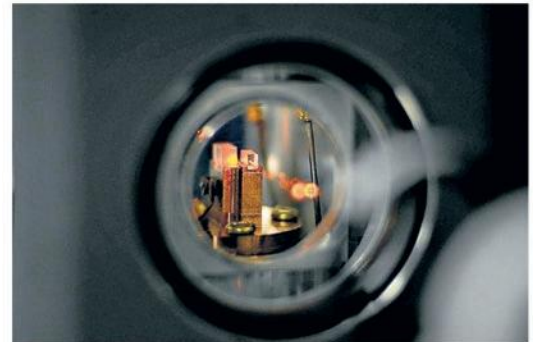
El experimento ha consistido en entrelazar dos memorias cuánticas, es decir, dispositivos capaces de almacenar información utilizando las leyes de la física cuántica. En este caso, se utilizaron fotones, que se almacenaron en una pequeña estructura cristalina. Para que los cristales pudieran actuar como memorias cuánticas, se les añadieron átomos de praseodimio, un elemento químico del grupo de las tierras raras.

Según los resultados presentados en Nature, el dispositivo permiti-

ó tener un fotón compartido entre las dos memorias cuánticas durante 25 microsegundos. "Había un fotón que estaba guardado en una de las dos memorias y estaba al mismo tiempo guardado en la otra. Esto en la física clásica nunca podría pasar. Es una propiedad de la física cuántica que resulta fundamental para la comunicación cuántica", explica Samuele Grandi, coautor de la investigación.

Los fotones se detectaron en la longitud de onda utilizada en las telecomunicaciones actuales, lo que indica que los nodos de comunicación cuántica se podrán integrar en las redes de telecomunicación ya existentes.

ara



Cristall utilitzat com a memòria quàntica al laboratori.

Un pas gegant cap a l'Internet quàntic i ultrasegur

Científics de l'ICFO creen un sistema de comunicació quàntica

TONI POU BARCELONA

"Qualsevol tecnologia prou avançada és indistingible de la màgia", deia l'escriptor de ciència-ficció Arthur C. Clarke en un dels seus accessos de clarividència. Aquesta sentència, que s'ha aplicat a tota la tecnologia actual, avui pren més sentit que mai en l'àmbit de les anomenades *tecnologies quàntiques*, que estan destinades a revolucionar la computació i les comunicacions del futur. Un equip de l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO), a Castelldefels, ha fet un pas de gegant en el desenvolupament de l'Internet quàntic, que, a diferència de la xarxa actual, permetria rebre i enviar informació de manera completament segura. La troballa ha protagonitzat la portada de *Nature*.

"En el nostre experiment hem utilitzat l'entrellaçament, que és una de les propietats fonamentals dels sistemes quàntics", explica l'investigador Icrea Hugues de Riedmatten, cap del grup de física quàntica amb sòlids i àtoms de l'ICFO i un dels autors del treball. Com que els receptors i emissors del futur Internet quàntic han d'estar entrellaçats entre ells, aquesta propietat "és un recurs fonamental per crear una xarxa de comunicacions quàntica", assegura Samuele Grandi, també autor de l'estudi, amb Dario Lago i Jelena Rakonjac.

L'entrellaçament, com tants altres fenòmens quàntics, és tan estrany que el mateix Einstein, amb un punt d'incrèdula i menyspreu,

l'anomenava acció fantasmal a distància. Quan dues partícules han estat en contacte, s'estableix una relació entre elles que perdura mentre no interactuin amb res més. Aleshores es diu que estan entrellaçades. El que feia arrufar el front a Einstein era que aquesta relació es pot manifestar instantàniament a distàncies enormes.

Separades connectades

Per entendre-ho, es pot utilitzar el símil d'una parella de guants (mà dreta i mà esquerra) que es desena a l'atzar en dues capsos, una de les quals es queda a Barcelona i l'altra viatja fins a Nova York. Mentre no s'obrin, no es sabrà quin guant és a cada ciutat. Es podria dir que cada capsos conserva totes les possibilitats. Si algú de Nova York obre la capsos, no només veu quin guant té al davant sinó que també sap immediatament quin guant s'ha quedat a Barcelona. Les possibilitats s'han concretat. El mateix passa amb dues partícules entrellaçades. Encara que se separin indefinidament, fins que no es mesuri una propietat física en una no es coneixerà quin valor té aquesta propietat en cap de les dues. Abans de la mesura només es poden saber quins resultats són possibles. Però quan es fa la mesura, no només es determina l'estat de la partícula mesurada, sinó el de la que hi està entrellaçada. A més, la determinació succeeix de manera instantània encara que una d'elles estigui a l'altra punta de l'Univers. Mágic? No, tecnologia quàntica.

En el seu experiment, els investigadors de l'ICFO han entrellaçat

dos objectes físics anomenats memòries quàntiques. Aquests dispositius, capaços d'emmagatzemar informació quàntica, s'han mantingut entrellaçats a una distància de deu metres, de manera que s'ha pogut enviar informació de l'un a l'altre utilitzant l'entrellaçament. A més, per primera vegada la transmissió s'ha fet d'una manera compatible amb la xarxa de telecomunicacions actual.

El proper objectiu de l'equip és entendre l'experiment a distàncies de quilòmetres, cosa que permetria avançar cap a l'Internet quàntic, i treballar per crear un *hub* europeu de tecnologia quàntica a l'entorn de Barcelona. En aquesta xarxa, "la seguretat estaria garantida per les lleis de la física i no per problemes molt difícils de resoldre matemàticament, com passa en la xarxa actual", explica De Riedmatten. La seguretat completa tindria moltes aplicacions en les comunicacions entre governs i en la protecció de secrets industrials o de dades mèdiques, per exemple. A més, permetria connectar ordinadors quàntics per sumar la potència de càlcul de cadascun d'ells o utilitzar-los com a servei de computació al núvol. També donaria resposta a una futura necessitat: "D'aquí vint anys podria haver-hi un ordinador quàntic capaç de hackejar totes les xarxes de comunicació actuals, de manera que l'Internet quàntic és una bona solució per evitar-ho", conclou De Riedmatten.

Patrons:



Amb el suport de:



Distincions:

CERCA Centre:

Membre de:

Coordinació Memòria: Elisabet Ametller.

Imatges: Tomás Charles, Insitu Fotografia,
Ramón Josa, Luis Montesdeoca i Digivision.

Disseny/maquetació: Bogart y Bacall.

© 2021 ICFO

Reservats tots els drets. Queda rigorosament prohibida la reproducció, distribució, transformació, manipulació, comunicació pública o qualsevol altre acte d'explotació total o parcial, gratuïta o onerosa dels textos, imatges o qualsevol altre contingut que aparegui en aquesta publicació sense autorització escrita dels titulars del copyright.



Parc Mediterrani de la Tecnologia
Av. Carl Friedrich Gauss 3
08860 Castelldefels (Barcelona)
T. 93 553 4002
secretariat@icfo.eu
icfo.eu

