



Memòria de la fase 3 del Programa Joves i Ciència

BARCELONA INTERNATIONAL YOUTH SCIENCE CHALLENGE



Daniel Jiménez Isábal

BIYSC 2018-ICFO

9 – 20 Juliol

Projecte: It's a quantum world!

INTRODUCCIÓ

En la tercera i darrera fase del programa Joves i Ciència, del 9 al 20 de juliol, he tingut l'oportunitat d'assistir al programa Barcelona International Youth Science Challenge (BIYSC). El BIYSC és un programa d'excel·lència impulsat per la Fundació Catalunya La Pedrera (com Joves i Ciència) que té com a principal propòsit estimular el talent científic de 100 estudiants d'ESO i de Batxillerat d'entre 16 i 18 anys i començar a endinsar-los en el món del laboratori i la investigació científica.

Per fer-ho, organitza 10 projectes de diferents camps de la ciència en alguns dels centres de recerca més prestigiosos de Catalunya, i cadascun d'ells compta amb un grup d'investigadors de nivell disposats a transmetre coneixements i respondre les curiositats dels estudiants. A més, degut al seu caràcter internacional, el programa ofereix la possibilitat d'impulsar en gran mesura el nivell d'anglès i de conèixer alumnes d'arreu del món amb passió pel món de la ciència, tot compartint coneixements i cultures estrangeres. Com a afegit, també ofereix l'oportunitat d'assistir a conferències científiques de científics líders en el sector i de debatre amb ells l'impacte i els reptes que impliquen alguns dels avenços científics més importants que estan tenint lloc avui en dia.

En el meu cas, vaig decidir aplicar al projecte "Neuro-robotics as a tool to understand the brain", però degut al gran nombre de sol·licituds que tenia vaig ser seleccionat en la meva segona opció, el projecte "It's a quantum world!". A continuació faré una breu descripció del campus i els curs assistit així com la meva valoració sobre l'experiència viscuda.

FITXA TÈCNICA

-Campus: Barcelona International Youth Science Challenge (BIYSC) 2018

-Residències dels estudiants: Ciutadella Residence Hall (Adreça: Passeig de Pujades 33, 08018 Barcelona) i Món Sant Benet Hotel

-Centre d'investigació: ICFO (Institute of Photonic Sciences). Adreça: Av. Carl Friedrich Gauss 3, 08860, Castelldefels (Barcelona). Telèfon: 935 534 001

-Període de realització de l'estada: 9-20 de juliol.

-Descripció del campus: El campus es desenvolupa principalment a la Ciutadella Residence Hall, tot i que a partir del dia 17 els estudiants es traslladen al Món Sant Benet Hotel. La nostra rutina consistia en assistir a classes practico-teòriques del nostre projecte de 9:30 a 17:30 amb una pausa d'una hora i mitja al voltant de la una per a dinar (en el meu cas, al restaurant de l'ICFO). Com que els centres de recerca es trobaven a distàncies diferents, hi havia diferents horaris de sortida segons el projecte. En el meu cas, ja que l'ICFO es troba a Castelldefels, havia de ser dels primers en marxar de la residència i agafar un autocar per arribar-hi. Durant la tarda, acostumàvem a tenir alguna activitat programada, com les Social Afternoon Activities, o bé temps lliure per treballar en els nostres projectes, jugar al billar i al futbolín, o simplement descansar a la nostra habitació fins aproximadament les 20h, que era l'hora del sopar. Tot seguit, tornàvem a tenir una activitat programada com les STEM dinner o temps lliure altre cop, i

finalment a les 23h sempre ens reuníem a la Sala d'Actes de la residència perquè els staff members ens donessin instruccions sobre el dia següent i per llegir la "Gossip Box", una caixa situada a l'entrada de la residència on els participants hi podíem escriure qualsevol cosa que se'ls acudís.

Al dissabte només vam treballar en els nostres projectes durant el matí, i vam tenir tota la tarda per preparar-nos per la Show Night, activitat en la qual podies pujar a l'escenari per mostrar un talent interessant que tinguessis. L'endemà vam fer una visita turística a peu per alguns carrers i zones històricament importants de la ciutat de Barcelona, i vam acabar el tour al Maremàgnum per dinar i descansar. I, per la tarda, ens van portar al centre d'esport DIR Diagonal per realitzar Zumba, Spinning i temps lliure a la piscina.

Els últims dos dies del programa els vam passar al Món Sant Benet, on vam atendre a diferents xerrades i tallers de caràcter científic (les BYScience sessions) i on vam estar preparant les presentacions de cada un dels nostres projectes, les quals es van presentar l'últim dia durant la cerimònia de clausura.

OBEJCTIUS DEL PROGRAMA

Els objectius principals d'aquest programa són:

- Inspirar prometedors joves científics en la recerca multidisciplinària, el treball de laboratori o altres branques del món científic, i implicar-los-hi directament.
- Introduir als estudiants distingits investigadors i líders científics a través de sessions personals i interactives.
- Animar als participants a impulsar les seves passions amb actitud i confiança.
- Saber treballar en equip, ja que en els grups de recerca és molt important.

A més, el fet de que el BIYSC sigui un programa internacional permet tant establir amistats que podrien ser futurs contactes professionals a qui podríem recórrer per demanar ajut com intercanviar cultures, cosa que aporta diferents punts de vista útils sobre l'educació, la societat i el govern.

Cal destacar que les STEM dinner i altres activitats ens mostraven com implementar en la societat els resultats de les nostres recerques i l'impacte que això pot comportar.

ACTIVITATS REALITZADES

Durant la meua estada al BIYSC vaig assistir al projecte "It's a quantum world!" , que es desenvolupava al centre de recerca ICFO, juntament amb 9 estudiants més d'arreu del món. La idea principal darrere d'aquest projecte va ser explicar alguns dels principis més importants de la mecànica quàntica, com la superposició, els mesuraments, l'aleatorietat, l'entrellaçament quàntic i el teorema de Bell, així com mostrar les aplicacions de la mecànica quàntica per demostrar la seva utilitat en les nostres vides, com per exemple la criptografia quàntica (Quantum Key Distribution i protocol BB84) i ordinadors quàntics. En primer lloc, ens van presentar una visió general de la teoria de la física quàntica; no obstant això, per estudiar-la amb més detall i descriure partícules quàntiques, es requeria el formalisme de vectors i matrius.

A part de les classes teòriques, he tingut l'oportunitat de provar alguns dels conceptes apresos d'una manera pràctica, com interactuar amb l'ordinador quàntic d'IBM i comparar els resultats obtinguts per una comunicació codificada amb criptografia quàntica amb i sense espionatge.

El primer exercici pràctic consistia a trobar els resultats i les portes quàntiques (apliquen una transformació a l'estat quàntic) necessàries per a l'entrada "y" donades les entrades i els resultats de funció per $f(0)$ i $f(1)$, sabent que la sortida "y" es representa com $|y \oplus f(x)\rangle$. Fent això, es podrien obtenir totes les dades necessàries per a la configuració del sistema quàntic, que es podria representar a l'ordinador quàntic d'IBM i aplicar els mesuraments per comprovar que les sortides obtingudes fossin les mateixes que les calculades.

Per fer el segon exercici, vam utilitzar una configuració òptica que consistia en un làser, dos polaritzadors rotatoris situats davant d'ell i ulleres polaritzades amb una orientació de polarització diferent per a cada lent. Alice (l'emissor) havia d'estar a càrrec del làser, i Bob (el receptor) de les ulleres polaritzades. Si Alice vol crear una clau per poder comunicar-se amb seguretat amb Bob, mesurarà partícules superposades i les enviarà a Bob. Bob també les mesurarà, i si tots dos van fer la mateixa mesura (el que significa que van triar la mateixa base), tindran el mateix resultat gràcies a la correlació dels resultats (ja que els valors obtinguts amb una base diferent es rebutgen). Aquests resultats componen la clau aleatòria, amb la qual es poden xifrar missatges. No obstant això, si un espia intenta mesurar aquestes partícules, la superposició es col·lapsarà i Alice i Bob no tindran els mateixos resultats (claus diferents), cosa que demostra que algú intentava robar la clau. En l'experiment realitzat, Alice va fer aleatòriament la combinació de la base (+ o x) i la direcció (horitzontal o vertical), que va donar un 0 o 1 com a resultat i es va correspondre a 90, 180, 45 o 135 graus del polaritzador. La base de Bob era dues ulleres amb una orientació de vidre polaritzat diferent (horitzontal o vertical), i obtindria un 0 o 1 segons la llum detectada. Si la llum incident era horitzontal o polaritzada verticalment (base +), només veuria la llum en un sol vidre (la llum es polaritzarà en ambdues direccions, de manera que no podia passar pel vidre), però si la polarització és diagonal (base x), la llum passaria pels dos vidres.

A més, els participants de l'ICFO es van dividir en tres grups per realitzar tres experiments que permetien demostrar principis quàntics importants: incidint llum en una fibra òptica s'aplicava la reflexió total i l'angle crític, amb l'interferòmetre Mach-Zehnder es demostraven les interferències de llum i superposició i amb el polaritzador determinar la polarització d'un làser.

VALORACIÓ PERSONAL

L'experiència que he viscut al BIYSC ha estat única i molt enriquidora. Van ser dues setmanes plenes de ciència en les quals vaig mirar d'entendre la considerada incomprendible física quàntica. Van haver-hi alguns moments en què em costava entendre algunes coses, però gràcies a les explicacions de l'increïble equip d'investigadors vaig poder desbloquejar-me i seguir aprenent coneixements interessants. Amb el projecte "It's a quantum world!" he pogut comprendre els avenços en la computació i la seguretat de les comunicacions que ens podrà aportar en un futur la física quàntica, els quals considero revolucionaris.

Però també he fet molt amics amb els quals he compartit interessos per la ciència, jocs als dinars de l'ICFO i tardes al billar i al futbolí tant amb companys del meu projecte com d'altres. Gràcies a ells he viscut moments memorables i rigut amb ganes, i han fet d'aquesta una de les millors experiències de la meua vida.

A més, el BIYSC m'ha permès participar en un projecte que no s'assemblava gens als que havia realitzat anteriorment en les altres dues fases del programa "Joves i Ciència" i poder així ampliar la meua formació científica en altres àrees de coneixement, cosa que valoro positivament.

Per últim, m'agradaria agrair a Joves i Ciència per fer possible la oportunitat de participar en aquest programa així com a tots els staff members i als investigadors que van estar amb nosaltres durant l'estada.