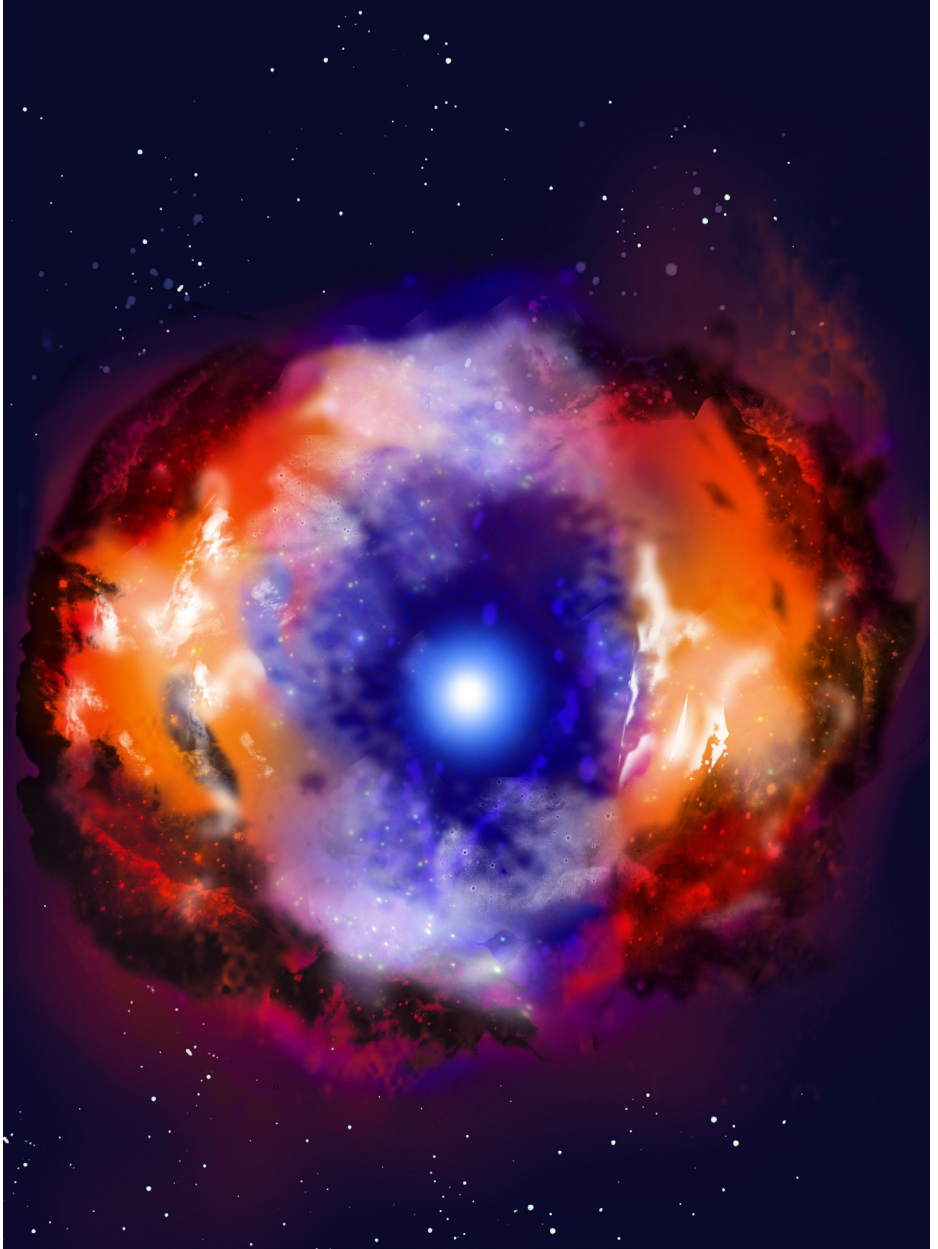

Alumne: Genís Vicens Viola

Tutora: Vanessa Florenza Royes

L'origen de l'Univers

Presentació i metodologia

He decidit fer el meu treball de recerca sobre l'origen de l'Univers, ja que personalment considero que l'Univers en general és un tema molt interessant que abasta tot tipus de ciències, com la física, la química o les matemàtiques. A més, és un camp que sempre ha plantejat moltes preguntes, les respostes a les quals a poc a poc es van descobrint, com la forma que té l'Univers, com s'expandeix o, l'apartat en què em centro principalment, quin és el seu origen. Totes aquestes qüestions han donat peu a multitud d'investigacions que han plantejat diverses hipòtesis en totes les modalitats científiques, sobretot en la física. El meu treball està principalment enfocat en l'origen de l'Univers, més que en el seu funcionament, tot i que també hi ha alguna part que parla sobre la seva estructura. Per tant, m'hi he endinsat ja que penso que dona més opcions i oportunitats a l'hora d'investigar. L'aspecte sobre el qual he decidit investigar és sobre allò més proper al Big Bang que es coneix amb certesa i que està demostrat empíricament, és a dir, el fons còsmic de microones o CMB (Cosmic Microwave Background). El CMB és el romanent electromagnètic que ens arriba del Big Bang. Les demostracions indiquen que aquesta radiació de fons es comporta electromagnèticament de forma similar a una estrella, i per tant he decidit investigar-lo a través de les estrelles, ja que són molt més accessibles pel



fet que ens donaran uns resultats quasi iguals als d'un estudi del CMB. La pregunta que em plantejo és: podem demostrar el Big Bang a través de les estrelles, atès que l'espectre electromagnètic del CMB és similar al de l'estrella, generant un gràfic de cos negre?

Per fer-ho he comptat amb l'ajuda de la Núria Torres, investigadora del Departament d'Astrofísica de la Facultat de Física de la Universitat de Barcelona. Ella m'ha proporcionat la idea de la part pràctica, les dades dels espectres electromagnètics de diferents estrelles del firmament, totes elles obtingudes de l'espectròmetre de la Universitat de Barcelona mitjançant el telescopi del Montsec, i també la informació necessària per a entendre la idea, el programa que m'ajudarà en la part pràctica i el seu funcionament. Aplicant aquests coneixements puc fer possible un treball de recerca relacionat amb un tema de física que encara comporta molts maldecaps a tota la comunitat científica i, a més, puc transmetre de manera més visual una demostració de primera mà sobre com va sorgir l'Univers.

Cos del treball

El meu treball està dividit en dues parts: la part teòrica i la part pràctica. En la part teòrica introdueixo i justifico el treball. Tot seguit, explico les teories de l'origen de l'Univers més suportades per la ciència durant la història: la teoria de l'estat estacionari, la teoria de l'Univers oscil·lant, la teoria del Big Bang i la teoria de la inflació còsmica. Primerament m'endinso en la teoria de l'estat estacionari, i a més indico perquè aquesta és incorrecta a través de l'explicació de diversos processos. El primer procés és l'efecte Doppler; el segon és la llei de Hubble; el tercer són les singularitats, i el quart és el CMB. Explico perquè fan que la teoria sigui incorrecta. Seguidament explico la teoria de l'Univers oscil·lant, amb els motius pels quals aquesta també és incorrecta, que es basen en l'energia obscura i la segona llei de la termodinàmica. Després explico la teoria del Big Bang, tot i que faig èmfasi en el fet que aquesta teoria és incompleta. Finalment, presento la teoria de la inflació còsmica, explicant per quins motius és correcta, ja que resol diversos problemes. A més, explico la cronologia d'aquesta teoria amb tots els processos que va rebre. Aquests processos s'inicien amb un camp, anomenat l'inflató. Aquest camp va rebre una excitació per fluctuacions quàntiques aleatòries i va entrar en una etapa d'expansió molt accelerada anomenada era inflacionària. Una vegada va parar aquesta expansió, tota l'energia va ser transferida als camps de la matèria i es va produir el reescalfament, o també conegut com el Big Bang. En aquest procés es va produir una asimetria bariònica i antibariònica anomenada bariogènesi. Una vegada l'Univers es va refredar, els àtoms es van començar a formar, i es va entrar en el procés de la nucleosíntesi primordial. Gràcies a petites irregularitats en el teixit espaciotemporal, es van crear petits pous gravitacionals que permeten crear

estructures més complexes, com les que veiem avui en dia. Seguidament explico el romanent que aquesta va tenir, el CMB. Explico la deducció d'aquesta radiació i el seu comportament. Una vegada fet això, entrem en la part pràctica. En aquesta pràctica realitzo els espectrogrames de les tres estrelles prèviament mencionades. Primerament explico el funcionament d'un telescopi i després el funcionament d'un espectrògraf. Explico l'objectiu de la pràctica i el funcionament del programa que usaré, anomenat VisualSpec. Tot seguit, procedeixo a la creació del primer espectre pràctic de Sírius.

Gràcies al programa i a una làmpada de calibració, trobo l'equació de calibració del gràfic i ara ja tinc un gràfic que té una intensitat a cada longitud d'ona. Gràcies al gràfic pràctic i a la Llei de Planck, passo el gràfic pràctic a gràfic teòric. Tot seguit, amb aquests dos valors trobo la sensibilitat, que és un factor de correcció del gràfic teòric al pràctic. Una vegada trobada, gràcies al gràfic pràctic de la següent estrella i la sensibilitat prèviament trobada trobo el gràfic teòric de la segona estrella. Repetim el procés amb la tercera estrella i obtenim el gràfic pràctic i teòric de cada estrella.

Conclusions

La primera conclusió que he pogut treure és que la teoria de l'origen de l'Univers correcta és la teoria de la inflació còsmica, ja que les altres tenen errors que permeten desmentir-les. En la teoria de l'estat estacionari trobem errors a l'hora d'explicar fenòmens com l'efecte Doppler, la llei de Hubble, les singularitats o el CMB. En la teoria de l'Univers oscil·lant trobem errors en fenòmens com l'energia obscura o la segona llei de la termodinàmica. En la teoria del Big Bang no trobem cap error, tot i que trobem alguns fets que no desmenteixen la teoria però ens indiquen que aquesta està incompleta. Per tant, la teoria correcta és la teoria de la inflació còsmica. Aquesta soluciona tots els problemes que la teoria del Big Bang no pot explicar, ja sigui el problema de l'origen, de l'estructura, de la planitud o dels horitzons. Aquesta teoria s'inicia amb un camp conegut com a inflatò el qual s'excita per donar pas a l'era inflacionària, en la qual l'espai s'expandeix molt ràpidament. Tot seguit aquest espai va transferir tota l'energia a la creació de la matèria, procés conegut com a reescalfament o Big Bang. Una vegada creada tota la matèria, aquesta es va anar refredant fins que es van poder crear àtoms i estructures més grans. A més, fotons creats pel Big Bang ja ens podien arribar i és el que coneixem com a Fons Còsmic de Microones o CMB. Aquesta radiació es comporta com un cos negre, el qual és un objecte teòric que no reflecteix la llum i que emet tota la seva energia en forma de radiació tèrmica. He pogut comprovar també que la hipòtesi plantejada inicialment és correcta. Com es pot veure en els resultats de la meva pràctica, les estrelles actuen com un cos negre, el qual varia el seu pic d'intensitat. Com més temperatura té

l'estrella, més intensitat al pic i una longitud d'ona més baixa té associades. Podem comprovar aquest fet observant els pics teòrics en els resultats. A més, també es pot veure que aquest pic és més gran a més temperatura. Això ens indica que en veure que existeixen cossos en l'Univers que actuen gairebé com un cos negre, vol dir que els cossos negres són possibles, i com que el CMB (Fons Còsmic de Microones) actua com un d'ells, això ens corrobora que aquest té més sentit de ser real i, per tant, indica que l'origen de l'Univers va ser a partir del reescalfament, o Big Bang. He pogut descobrir també que una estrella més propera té el seu gràfic teòric més similar al pràctic, ja que la informació és més precisa. Tot i això, es pot veure igualment la variació tant en pics pràctics com teòrics en funció de la temperatura. També he pogut comprovar que el pic pràctic mai no supera el teòric, cosa que vol dir que sempre hi ha una part general d'intensitat que es perd. En conclusió, puc afirmar que les estrelles actuen com un cos negre, amb totes les seves característiques, i, per tant, aquest es pot trobar en altres llocs com el CMB, fet que demostra que l'Univers té un origen.

Bibliografia i webgrafia

LLIBRES: – Tipler, Paul. *Physics for Scientists and Engineers*. Worth Publishers, Inc., New York, 1994. – Hawking, Stephen. *Historia del tiempo*. Círculo de lectores, S.A., Barcelona, 1988. – Lallena, Antonio. *El Big Bang y el origen del universo*. National Geographic, Barcelona, 2017. – Casas, Alberto. *El cosmos y la materia oscura*. National Geographic, Barcelona, 2017. – Blanco, David. *La teoría de la relatividad de Einstein*. National Geographic, Barcelona, 2017. – Galadí, David. *La evolución del cosmos*. National Geographic, Barcelona, 2017. – Girbau, Joan. *Una explicació a la radiació còsmica de fons*. UAB, Barcelona, 2014. WEBS: – <<https://www.monografias.com/trabajos49/hombre-y-universo/hombre-y-universo.shtml>> – <<https://www.astromia.com/historia/astromedia.htm>> – <<http://www.heterodoxia.org/astrologia/mitologia.htm>> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_astronom%C3%ADa> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_estado_estacionario> – <<https://astrojem.com/teorias/teoriaestacionario.html>> – <<http://fisicamodernauniverso.blogspot.com/2011/10/la-teoria-del-estado-estacionario.html>> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Doppler> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Corrimiento_al_rojo> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Corrimiento_al_azul> – <<https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/251038>> – <https://en.wikipedia.org/wiki/Recessional_velocity> – <<http://astronomia.net/cosmologia/Hubble.htm>> – <<https://www.youtube.com/watch?v=orNvboZlVeM>> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_de_De_Sitter> – <https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9trica_de_De_Sitter#Geod%C3%A9sicas> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaciones_del_campo_de_Einstein> – <<https://>>

culturacientifica.com/2018/03/27/las-ecuaciones-de-campo-de-la-relatividad-general> – <<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/162/la-singularidad-de-stephen-hawking/>> – <<https://cuentos-cuanticos.com/2011/08/12/schwarzschild/>> – <<http://astronomia.net/cosmologia/metricbi.htm>> – <<https://www.euston96.com/teoria-del-universo-oscilante/>> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Universo_oscilante> – <<https://medium.com/futuresin/the-oscillating-universe-d259ab408433>> – <<https://www.universetoday.com/38195/oscillating-universe-theory/>> – <https://en.wikipedia.org/wiki/Cyclic_model> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_oscura> – <https://en.wikipedia.org/wiki/Dark_energy> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Segundo_principio_de_la_termodin%C3%A1mica> – <<https://www.fisicalab.com/apartado/segundo-principio-termo>> – <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/seclaw.html>> – <<https://culturacientifica.com/2017/07/18/la-segunda-ley-la-termodinamica/>> – <<https://es.wikipedia.org/wiki/Entrop%C3%ADa>> – <https://www.youtube.com/watch?v=UwNNOuQGn_E> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Origen_del_Universo> – <<https://www.astromia.com/astrologia/teoriabigbang.htm>> – <<http://astronomia.net/cosmologia/FAQ15.htm>> – <https://www.youtube.com/watch?v=6n2cw_AW01I> – <<http://inspirehep.net/record/1515476/plots>> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Origen_del_Universo> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Nucleos%C3%ADntesis_primordial> – <https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang_nucleosynthesis> – <<https://es.wikipedia.org/wiki/Bariog%C3%A9nesis>> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaci%C3%B3n_de_Dirac> – <https://antonioheras.com/el_big_bang/aparicion-materia-bariogenesis.htm> – <<http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/54>> – <<https://cuentos-cuanticos.com/tag/bariogenesis/>> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_de_fondo_de_microondas> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Cuerpo_negro> – <<https://es.wikipedia.org/wiki/Radiotelescopio>> – <<http://www.crya.unam.mx/radiolab/telescopios.html>> – <http://www.vlba.nrao.edu/php/signpath/StaticHTML/ant_subreflector.php> – <<https://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia>> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_astron%C3%B3mica> – <<https://en.wikipedia.org/wiki/Sirius>> – <<https://en.wikipedia.org/wiki/Betelgeuse>> – <https://en.wikipedia.org/wiki/Black_body> – <https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Planck> – <<http://www.sc.edu/es/sbweb/fisica/cuantica/negro/radiacion/radiacion.htm>>
