

Tesi Doctoral

L'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat en situació de risc en estudis STEM

Rosó Baltà Salvador



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

L'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat en situació de risc en estudis STEM

Rosó Baltà Salvador

ADVERTIMENT La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del repositori institucional UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) i el repositori cooperatiu TDX (<http://www.tdx.cat/>) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual **únicament per a usos privats** emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei UPCommons o TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a UPCommons (*framing*). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del repositorio institucional UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) y el repositorio cooperativo TDR (<http://www.tdx.cat/?locale-attribute=es>) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual **únicamente para usos privados enmarcados** en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio UPCommons No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a UPCommons (*framing*). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the institutional repository UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/tesis>) and the cooperative repository TDX (<http://www.tdx.cat/?locale-attribute=en>) has been authorized by the titular of the intellectual property rights **only for private uses** placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading nor availability from a site foreign to the UPCommons service. Introducing its content in a window or frame foreign to the UPCommons service is not authorized (*framing*). These rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

Programa de Doctorat en Sostenibilitat

L'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat en situació de risc en estudis STEM

Tesi per compendi de publicacions
presentada per obtenir el títol de Doctora
per la Universitat Politècnica de Catalunya

Tesi doctoral realitzada per:

Rosó Baltà Salvador

Dirigida per:

Noelia Olmedo Torre

Marta Peña Carrera

Institut Universitari de Recerca en Ciència i Tecnologies de la Sostenibilitat

Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC)

Barcelona, maig de 2022

m'alço
sobre els sacrificis
d'un milió de dones que han vingut abans
pensant
què puc fer
perquè la muntanya sigui més alta
i que les dones que vinguin després de mi
hi vegin més lluny

rupi kaur

Agraïments

A la Noelia Olmedo Torre i a la Marta Peña, les directores, per guiar-me durant tot el camí des del primer moment i ensenyar-me tant.

A l'Ana-Inés, per la predisposició i acompanyament en els articles d'aquesta tesi.

Al Francisco Bermúdez, per confiar en mi i introduir-me en el meravellós món de la docència.

Al Jordi Voltas, per tot el suport, les aventures i xerrades que hem compartit.

A la meua família, per ser-hi sempre.

I a tu, Enric, per creure en mi, acompanyar-me com ho fas i fer-ho tot més fàcil.

Resum

Un dels objectius fonamentals que planteja l'Agenda 2030 per al desenvolupament sostenible és el de garantir una educació de qualitat per a tots els i les estudiants, especialment aquells i aquelles més vulnerables. Els estudis d'enginyeria són una peça clau per tal de formar i capacitar les futures generacions en el disseny i desenvolupament de solucions innovadores que contribueixin a l'assoliment dels Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS). Tanmateix, hi ha situacions que poden impedir que es proporcioni una educació de qualitat per a tot l'alumnat. En aquesta recerca s'exploren dues d'elles: (1) els grups minoritaris, concretament l'estudiantat nascut a l'estranger, i (2) l'ensenyament durant una situació d'emergència. Tal com exposa la literatura prèvia, es tracta de dos contextos d'amenaça en els que intervenen múltiples factors que poden tenir un impacte negatiu en l'alumnat, arribant a afectar el seu rendiment i persistència acadèmica. La present tesi té com a propòsit aportar una major comprensió dels factors que intervenen en l'experiència educativa i el benestar de l'estudiantat d'enginyeria quan es troben en aquestes situacions per determinar com els elements estudiats poden comprometre el seu desenvolupament i impedir que es beneficiïn d'una educació equitativa i de qualitat. La investigació es desenvolupa a partir de tres estudis analític-descriptius, dos d'ells mitjançant l'ús d'enquestes transversals i un d'ells mitjançant una enquesta longitudinal. Els qüestionaris es van distribuir a estudiants de graus d'enginyeria de la Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC). A partir de les dades recollides, es van utilitzar mètodes d'estadística descriptiva i inferencial per a realitzar l'anàlisi. Els resultats van mostrar que efectivament les situacions de risc analitzades tenen un impacte en el benestar i l'experiència acadèmica de l'estudiantat. Entre altres efectes perjudicials, cal destacar la disminució del benestar psicològic, com per exemple en l'autoestima de l'alumnat i en els sentiments de preocupació, desànim, molèstia i vigilància. Les situacions analitzades també tenen un impacte significatiu en el seu aprenentatge i desenvolupament acadèmic, fins al punt de promoure que els i les estudiants abandonin els estudis. Per fer front als riscos als quals s'exposa l'alumnat i mitigar-ne els efectes negatius, aquesta tesi identifica bones pràctiques i recomanacions que ajudaran a les institucions acadèmiques a desenvolupar sistemes de suport adients.

Paraules clau: abandonament universitari, benestar emocional, desenvolupament acadèmic, educació en enginyeria, inclusió

Abstract

One of the main goals of the 2030 Agenda for sustainable development is to guarantee quality education for all students, especially the most vulnerable. Engineering studies are a key element in educating and training future generations in the design and development of innovative solutions that contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs). However, some situations may prevent the provision of quality education for all students. This research explores two of them: (1) students who are part of minority groups, specifically foreign-born students, and (2) learning during an emergency situation. As previous literature has shown, these are two threatening contexts involving multiple factors that can have a negative impact on students, affecting their performance and academic persistence. This thesis aims to provide a better understanding of the factors that intervene in engineering students' educational experience and well-being when they find themselves in these situations to determine how the elements studied can compromise their development and prevent them from benefiting from an equitable and quality education. The research is based on three analytical-descriptive studies, two of them using cross-sectional surveys and one of them using a longitudinal survey. The questionnaires were distributed to undergraduate engineering students at the Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC). From the data collected, descriptive and inferential statistical methods were used to perform the analysis. The results showed that the risk situations analyzed do indeed have an impact on the well-being and academic experience of the students. Among other detrimental effects, it is worth highlighting the decrease in psychological well-being, such as in students' self-esteem and the feelings of worry, discouragement, discomfort, and vigilance. The situations analyzed also have a significant impact on their learning and academic development, to the point of leading students to drop out of their studies. To address the risks to which students are exposed and mitigate their negative affect, this thesis identifies good practices and recommendations that will help academic institutions develop appropriate support systems.

Keywords: academic development, emotional well-being, engineering education, inclusion, university dropout

Taula de continguts

Capítol 1. Estat de l'art i plantejament de la tesi	10
1.1. Introducció.....	11
1.2. Estat de l'art	13
1.2.1. Context de la tesi.....	13
1.2.2. Situació de risc: Minories ètniques	17
1.2.3. Situació de risc: Crisi sanitària	27
1.3. Plantejament de la tesi	36
1.3.1. Objectius de la tesi.....	36
1.3.2. Contribució de la tesi a l'estat de l'art.....	37
1.3.3. Enfocament metodològic.....	38
1.3.4. Estructura de la tesi.....	40
Capítol 2. Primera publicació.....	41
Discriminació percebuda i intencions d'abandonament d'estudiants de grups minoritaris infrarepresentats en els graus d'enginyeria	
Capítol 3. Segona publicació.....	53
Efectes acadèmics i emocionals de l'aprenentatge en línia durant la pandèmia de la COVID-19 en l'estudiantat d'enginyeria	
Capítol 4. Tercera publicació.....	106
Impacte de la COVID-19 en l'ensenyament i l'aprenentatge d'un curs d'enginyeria gràfica	
Capítol 5. Discussió general i investigacions futures	123
5.1 Discussió general	124
5.1.1. Situació de risc: Minories ètniques	124
5.1.2. Situació de risc: Crisi sanitària	131
5.2. Investigacions futures.....	139
5.3. Conclusió	142
Bibliografia.....	143
Annex A. Qüestionari primera publicació	155
Annex B. Qüestionari segona publicació.....	179
Annex C. Qüestionari tercera publicació	190

Llistat de figures

Figura 1. Objectius de Desenvolupament Sostenible	14
Figura 2. Proporció de la Població Europea amb Estudis Superiors per Gènere i Lloc de Naixement.....	18
Figura 3. Proporció de la Població Europea amb Estudis Superiors per País i Lloc de Naixement	19
Figura 4. Model d'Abandonament de Tinto.....	21
Figura 5. Model de Desgast de Bean	22
Figura 6. Estat de les Institucions Acadèmiques el 20 d'Abril de 2020	28
Figura 7. Roda d'Emocions de Plutchik	33

Llistat de taules

Taula 1. Metes i Indicadors de l'ODS 4 Relacionats amb l'Ensenyament Universitari.....	16
Taula 2. Factors Relacionats amb l'Abandonament Acadèmic	23
Taula 3. Objectius, Preguntes d'Investigació i Hipòtesis de la Tesi	36

Capítol 1.

Estat de l'art i plantejament de la tesi

1.1. Introducció

L'objectiu de l'Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO) i de l'Agenda 2030 en l'àmbit educatiu és oferir una educació de qualitat per a tothom en totes les àrees i nivells (United Nations, 2015). Tanmateix, hi ha situacions que suposen un risc per aconseguir aquest propòsit i que poden generar disparitats i perjudicar l'experiència acadèmica dels i de les estudiants. Per tal d'assolir l'objectiu 4 "Educació de qualitat" de l'Agenda 2030 per al Desenvolupament Sostenible (UNESCO, 2016), és necessari estudiar aquestes situacions de risc per al desenvolupament acadèmic dels i de les estudiants i determinar quins factors poden tenir un impacte negatiu en el seu benestar i rendiment acadèmic. Determinar aquests factors amb precisió permetrà dissenyar accions concretes i efectives per millorar la qualitat dels estudis i promoure un model educatiu que no deixi ningú enrere, amb les mateixes oportunitats i garanties per a tot l'alumnat.

En els estudis d'enginyeria, els forts estereotips de gènere i ètnia presents en aquest àmbit professional generen un clima hostil i amenacen els i les estudiants que no s'ajusten a aquests estereotips (Campbell-Montalvo et al., 2022; White i White, 2006), desencadenant situacions de discriminació que poden suposar un risc per al seu progrés acadèmic i la persistència durant els estudis (Beasley i Fischer, 2012; Hall et al., 2017; Hartman et al., 2019; Smalls et al., 2007). És necessari analitzar com és l'experiència acadèmica en els campus universitaris d'enginyeria d'aquests i aquestes estudiants vulnerables per entendre quins factors poden debilitar la seva inclusió i participació en els estudis.

Per altra banda, recentment, les institucions acadèmiques de tot el món han estat exposades a una situació de risc sense precedents. L'emergència sanitària generada per la malaltia del coronavirus 2019 (COVID-19) ha obligat a tancar els centres educatius i a traslladar la docència al format no presencial (United Nations, 2021; World Health Organization, 2021). En el cas dels graus d'enginyeria, aquesta transició ha suposat un gran repte, ja que el procés d'aprenentatge es basa principalment en l'aplicació pràctica dels coneixements mitjançant classes de problemes i de laboratori i el contacte directe entre el professorat i l'estudiantat (Jacques et al., 2020). S'estima que aquest canvi tan sobtat ha perjudicat l'aprenentatge i benestar dels i de les estudiants (United Nations, 2021), tot i que l'impacte que ha suposat en l'àmbit acadèmic encara és incert.

Aquesta tesi desenvolupada a la Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC), estudia quins factors i elements concrets que intervenen en aquestes situacions de risc afecten l'experiència acadèmica, l'aprenentatge i el benestar de l'alumnat matriculat en estudis d'enginyeria. Amb aquest objectiu, la investigació analitza l'impacte que suposen aquestes situacions en les variables clau del desenvolupament acadèmic com la satisfacció acadèmica, la persistència durant els estudis o el rendiment acadèmic. A més, s'inclouen en l'anàlisi factors de risc psicosocials com la discriminació percebuda o la sensació d'aïllament a causa de la manca de relacions amb la resta de l'alumnat i el personal docent. A banda d'aportar un coneixement més profund sobre l'impacte d'aquestes situacions i els factors associats a l'experiència acadèmica de l'estudiantat d'enginyeria, aquesta tesi recull bones pràctiques i recomanacions per ajudar a les institucions acadèmiques a implementar accions de suport per l'alumnat i mitigar-ne els efectes perjudicials.

Promoure una educació de qualitat en els estudis d'enginyeria és important perquè, entre altres motius, és la base per capacitar les futures generacions amb el coneixement necessari per a plantejar solucions innovadores als

reptes que planteja el desenvolupament sostenible (UNESCO, 2016). A més, promoure la participació dels i de les estudiants infrarepresentats en els estudis i assegurar que tot l'alumnat rep una educació de qualitat ajudarà a reduir les disparitats socials i econòmiques i contribuirà a avançar cap a un món més just i equitatiu (NACE, 2022).

1.2. Estat de l'art

1.2.1. Context de la tesi

L'Agenda 2030 i els Objectius de Desenvolupament Sostenible

Tots els sistemes i societats es desenvolupen de manera natural. Tanmateix, en l'actualitat el desenvolupament està evolucionant a una velocitat vertiginosa, sobretot gràcies als avenços tecnològics. Vivim en un món cada vegada més complex i durant les últimes dècades s'ha assolit un creixement econòmic sense precedents. Malgrat que s'ha avançat en algunes de les qüestions clau del desenvolupament, aquests èxits han emmascarat les principals falles del model de desenvolupament actual i els inconvenients que comporta un creixement econòmic desequilibrat, inclosos els impactes al medi ambient i al benestar de les persones. Aquestes falles estan donant lloc a una llista creixent de càrregues ambientals i socials que representen una amenaça per a la nostra forma de vida i que augmentaran si no es canvia el rumb del desenvolupament actual de manera urgent cap a un desenvolupament més sostenible.

La Comissió Mundial del Medi Ambient i el Desenvolupament defineix el desenvolupament sostenible com el desenvolupament que satisfà les necessitats del present sense comprometre la capacitat de les generacions futures per satisfer les seves pròpies necessitats (Keeble, 1988). El resultat és una societat on les condicions de vida i els recursos s'utilitzen per continuar satisfent les necessitats humanes sense socavar la integritat i l'estabilitat del sistema natural. El desenvolupament sostenible no és només una qüestió ambiental sinó que té un enfocament més ampli buscant la igualtat d'oportunitats per garantir una societat forta i sana que no deixi ningú enrere.

En línia amb aquesta definició, i a causa de l'evidència que el món necessita un enfocament radicalment més sostenible per assegurar un futur saludable i pròsper per a tothom, l'any 2012 es va iniciar un procés impulsat per l'Organització de les Nacions Unides (ONU) a la Conferència de les Nacions Unides sobre el Desenvolupament Sostenible per definir un marc d'acció global pels pròxims anys. A partir de l'acord al qual es va arribar en aquesta conferència (United Nations, 2012), el 2015 es van aprovar pels 193 estats membres de l'ONU a la Cimera de les Nacions Unides per al Desenvolupament Sostenible els 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) (Figura 1), que queden recollits en la resolució 70/1 "Transformar el nostre món: l'Agenda 2030 per al desenvolupament sostenible" (United Nations, 2015). Aquests objectius, amb data de finalització el 2030, s'acompanyen de 169 metes concretes i 232 indicadors per a mesurar el seu progrés i proporcionen un marc per la cooperació mundial per treballar cap a la prosperitat i benestar de totes les persones i del planeta proporcionant una guia per abordar els reptes globals als quals s'enfrontarà la comunitat internacional durant els pròxims anys. Fracassar en l'assoliment d'aquests objectius significa comprometre el desenvolupament de les generacions futures.

Figura 1. Objectius de Desenvolupament Sostenible

1 Fi de la pobresa	7 Energia neta i assequible	13 Acció climàtica
2 Fam zero	8 Treball digne i creixement econòmic	14 Vida submarina
3 Salut i benestar	9 Indústria, innovació, i infraestructures	15 Vida terrestre
4 Educació de qualitat	10 Reducció de les desigualtats	16 Pau, justícia i institucions sòlides
5 Igualtat de gènere	11 Ciutats i comunitats sostenibles	17 Aliança pels objectius
6 Aigua neta i sanejament	12 Consum i producció responsables	

Nota. Font: "Indicadors dels objectius de desenvolupament sostenible de la UE per a Catalunya", Institut d'Estadística de Catalunya, 2022 (<https://www.idescat.cat/indicadors/?id=ods>).

Un dels elements indispensables sense els quals serà impossible assolir la resta d'objectius és l'educació, considerada el motor més important del desenvolupament. A banda de ser un dels ODS (l'ODS 4 "Educació de qualitat"), la UNESCO assenyala l'educació com el cor de l'Agenda 2030 i la considera la principal impulsora per l'assoliment de la resta d'objectius sent el mitjà més poderós per aconseguir reduir les desigualtats i capacitar a totes les persones dels coneixements, habilitats i valors necessaris per contribuir i participar plenament en la construcció de la societat (UNESCO, 2017).

A més, per fer front als desafiaments globals que planteja el futur, l'agenda destaca el paper imprescindible de la innovació científica i tecnològica, i per això esdevé especialment rellevant l'educació en ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques (STEM). Per trobar solucions innovadores als reptes que planteja el desenvolupament sostenible, serà essencial transmetre a les noves generacions els coneixements i competències en l'àmbit científic-tecnològic i reforçar habilitats que promouen la innovació com el pensament creatiu, el pensament crític, el treball en equip i la resolució de problemes (UNESCO, 2016).

La Universitat Politècnica de Catalunya i els Objectius de Desenvolupament Sostenible

Amb l'objectiu d'assolir els ODS, la UNESCO fa una crida a la col·laboració, cooperació i compromís dels governs, el sector públic i privat i la societat civil; fet que emplaça la UPC, institució en què es desenvolupa aquesta tesi, com a universitat pública. Les institucions d'educació superior han de garantir la provisió d'oportunitats equitatives d'aprenentatge per a l'estudiantat i oferir una educació de qualitat. A més, mitjançant la seva funció investigadora, les universitats juguen un paper fonamental en la creació de coneixement i evidència empírica que permeti identificar i trobar solucions als problemes locals i globals en tots els àmbits del desenvolupament sostenible (UNESCO, 2016). Amb aquesta finalitat, cal que les comunitats científiques de les universitats duguin a terme activitats d'anàlisi i avaluació per generar una evidència sòlida sobre la qual formular polítiques en la gestió dels entorns educatius i el desenvolupament sostenible.

La UPC és una institució pública de recerca i d'educació superior en enginyeria, arquitectura, ciències i tecnologia que titula cada any més de 6.000 estudiants de grau i màster i més de 500 doctores i doctors. Està formada per 9 campus universitaris distribuïts en 7 ciutats de Catalunya: Barcelona, Castelldefels, Manresa, Sant

Adrià de Besòs, Sant Cugat del Vallès, Terrassa i Vilanova i la Geltrú (UPC, 2017b). La UPC és una universitat compromesa amb el desenvolupament sostenible i adopta el marc de referència plantejat a l'Agenda 2030 amb l'objectiu de contribuir-hi activament. Aquest compromís queda recollit en els estatuts de la universitat:

5.3 La Universitat Politècnica de Catalunya, com a entitat generadora i transmissora de coneixements, ha de promoure el desenvolupament sostenible, així com l'erradicació de la pobresa, la reducció de les desigualtats entre els pobles i la protecció del medi ambient, tant pel que fa a les activitats de formació i recerca com a les institucionals (UPC, 2020a).

La contribució que les universitats fan als ODS s'avalua mitjançant els Rànquings d'Impacte del Times Higher Education (2021). Les universitats incloses en aquests rànquings han de proporcionar les dades i evidències necessàries que en demostrin la seva veracitat. A més, els editors hi afegeixen variables bibliomètriques que obtenen directament de la base de dades SCOPUS (UPC, 2021a). Mitjançant aquesta informació, el rànquing calcula i pondera gairebé 230 indicadors basant-se en quatre àrees principals:

- **La recerca:** Investigacions rellevants produïdes pels investigadors i investigadores de la universitat sobre temes relacionats amb els ODS.
- **La gestió:** Com la universitat gestiona els recursos, no només físics, sinó també els treballadors com el personal administratiu de la universitat, el professorat i l'estudiantat. Aquesta gestió s'ha de fer de manera ètica i responsable.
- **La divulgació:** Activitats de difusió que fan les universitats amb les seves comunitats locals, regionals, nacionals i internacionals relacionades amb els ODS.
- **La docència:** Cal assegurar que s'imparteixen els coneixements clau en el desenvolupament sostenible per garantir que en les generacions futures hi haurà professionals qualificats per assolir els ODS.

D'acord amb els resultats del 2021, la UPC es manté entre les 300 universitats amb un major impacte als ODS, dins el rang 201-300 (UPC, 2021a). Tanmateix, aquesta posició està per darrere d'universitats similars com la Universitat Politècnica de València (UPV) que se situa a la posició 83, o universitats localitzades a la mateixa regió com la Universitat de Barcelona (UB), que se situa a la posició 90 i la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) que se situa entre la posició 101 i la 200 (Times Higher Education, 2021).

En relació amb els ODS, la UPC destaca per la seva contribució amb l'ODS 13 "Acció pel clima", en el que ocupa el lloc 23 del món, i en l'ODS 7 "Energia neta i assequible", en el que ocupa la posició 48. També cal destacar la bona puntuació en la contribució a l'ODS 9 "Indústria, innovació i infraestructures", amb 81,7 punts sobre 100 (UPC, 2021a). Pel que fa a aquests objectius, es poden trobar un gran nombre d'iniciatives i accions dutes a terme des de la universitat. Per exemple, l'Estratègia d'Acció Climàtica UPC 2030 (UPC, 2020g), en la que la universitat es compromet reduir el consum de recursos i assolir la neutralitat de les emissions de gasos d'efecte hivernacle que generen les activitats de docència i de recerca amb accions com la certificació energètica dels edificis, la substitució de la il·luminació per tecnologia LED o el canvi de les calderes i els refrigeradors. També cal destacar el projecte Campus Solar (UPC, 2020g) que busca augmentar el percentatge d'energia renovable consumida a la UPC i promou la instal·lació d'energies renovables al campus mitjançant la implantació de plaques fotovoltaïques. Pel que fa a la recerca, es pot trobar un volum rellevant d'articles publicats per la UPC al voltant d'aquests objectius, concretament 117 articles publicats en revistes relacionats amb l'ODS 7, 107 amb l'ODS 9 i 86 amb l'ODS 13 (UPC, 2014).

Tanmateix, en l'ODS 4 "Educació de qualitat", un objectiu en el qual les institucions acadèmiques tenen un paper fonamental, la UPC se situa per darrere de la posició 200, molt per sota d'universitats com la Universitat de Barcelona (UB) que ocupa la posició 10, la Universitat de Lleida (UdL) que ocupa la posició 16, la Universitat de Girona (UdG) que ocupa la posició 29 o la Universitat Rovira i Virgili (URV) que ocupa la posició 46 (Times Higher Education, 2021). Cal esmentar que la UPC ha dedicat nombrosos esforços a aquest objectiu. Per exemple, s'ha treballat per augmentar la participació de les dones a les diferents titulacions aconseguint una tendència positiva els últims tres anys; s'han aprovat el Pla d'Igualtat 2022-2026 (UPC, 2022a), el Pla d'Equitat 2022-2026 (UPC, 2022b) i el Pla Impulsor del Compromís Social (UPC, 2020d) en els quals es defineixen les polítiques i accions per contribuir en l'Agenda 2030; s'han introduït les competències transversals de sostenibilitat, compromís social i perspectiva de gènere a totes les titulacions (UPC, 2020c, 2020a) i des de la mateixa universitat s'han impulsat les beques UPChelps per ajudar a sufragar les despeses de matrícula a totes les persones amb dificultats socioeconòmiques que els obstaculitzin o impedeixin continuar amb els seus estudis (UPC, 2022c). Malauradament, en àrees com la recerca, la contribució és menor. Actualment, es poden trobar al portal de publicacions de la universitat 73 articles publicats en revistes relacionats amb l'ODS 4 (UPC, 2014).

ODS 4. Educació de qualitat

L'ODS 4 "Educació de qualitat", es basa en el principi d'inclusió i reducció de les desigualtats com a eix prioritari de l'Agenda 2030 i té com a finalitat principal garantir una educació inclusiva i equitativa de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge al llarg de la vida per a tothom (United Nations, 2015). Aquest objectiu es formalitza en 10 metes i 12 indicadors que busquen aconseguir un accés igualitari a una formació professional assequible, eliminar les disparitats en els estudis i aconseguir l'accés universal a una educació superior de qualitat (United Nations, 2017). Algunes d'aquestes metes i indicadors apel·len a les institucions universitàries (Taula 1):

Taula 1. Metes i Indicadors de l'ODS 4 Relacionats amb l'Ensenyament Universitari

Metes	Indicadors
4.3 D'aquí al 2030, assegurar l'accés en condicions d'igualtat per a tots els homes i dones a una formació tècnica, professional i superior de qualitat, inclòs l'ensenyament universitari	4.3.1 Taxa de participació de joves i adults en educació i formació formal i no formal en els últims dotze mesos, per sexe.
4.4 D'aquí al 2030, augmentar substancialment el nombre de joves i persones adultes que tenen les competències necessàries, en particular tècniques i professionals, per a accedir a l'ocupació, el treball digne i l'emprenedoria.	4.4.1 Proporció de joves i adults amb competències en tecnologies de la informació i la comunicació, per tipus d'habilitat.
4.5 D'aquí a 2030, eliminar les disparitats de gènere en l'educació i garantir l'accés en condicions d'igualtat a les persones vulnerables, incloses les persones amb diversitat funcional, els pobles indígenes i els nens i nenes en situacions de vulnerabilitat, a tots els nivells de l'ensenyament i la formació professional.	4.5.1 Índex de paritat (dona/home, rural/urbà, quintil de riquesa inferior/superior i altres, com ara la condició de diversitat funcional, els pobles indígenes i els afectats per conflictes, a mesura que les dades estiguin disponibles) per a tots els indicadors educatius d'aquesta llista que es puguin desglossar.

Nota. Font: "Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development", United Nations, 2022
(https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202022%20refinement_Eng.pdf).

Per tal de poder dissenyar les accions necessàries per assolir aquestes metes, és necessari investigar quines situacions i elements poden posar en risc el seu assoliment i identificar en quins casos es deixa d'oferir un aprenentatge de qualitat per a tots els i les estudiants.

1.2.2. Situació de risc: Minories ètniques

La primera situació de risc analitzada en aquesta tesi són els grups minoritaris infrarepresentats en els estudis d'enginyeria, específicament l'estudiantat nascut a l'estranger.

Context i dades de la població

La UNESCO, com a organització encarregada de promoure la col·laboració internacional en educació, ciència, cultura i comunicació té un rol de lideratge en l'assoliment de l'ODS 4. En la Declaració d'Incheon i el seu conseqüent marc d'acció aprovat el 2015 per reforçar el compromís de tots els països i de la comunitat acadèmica en l'assoliment l'ODS 4 (UNESCO, 2016), la UNESCO posa en relleu que les accions en l'àmbit educatiu s'han de guiar pels principis d'equitat, inclusió i igualtat, per la qual cosa totes les persones, independentment del seu sexe, origen ètnic, color, idioma o procedència han de tenir accés a una educació inclusiva, equitativa i de qualitat amb igualtat d'oportunitats a tots els nivells educatius. L'acompliment del dret a l'educació amb igualtat està relacionat no només amb l'accés, sinó també amb la participació i el rendiment de tot l'alumnat, amb especial atenció a aquells que estan exclosos, són vulnerables o es troben en risc de ser marginats: les dones, les persones amb diversitat funcional, els pobles indígenes, les minories ètniques i els col·lectius més pobres. Amb aquesta finalitat, és necessari abordar totes les formes d'exclusió, marginació, disparitat, vulnerabilitat i desigualtat en l'accés, la participació, la retenció i els resultats d'aprenentatge al llarg de la vida acadèmica. Els contextos i les causes arrel de la marginació, la discriminació i l'exclusió dels grups en situació de risc són amplis pel que requereixen una atenció especial i estratègies específiques per transformar els sistemes educatius i respondre millor a la diversitat i les necessitats de tot l'alumnat.

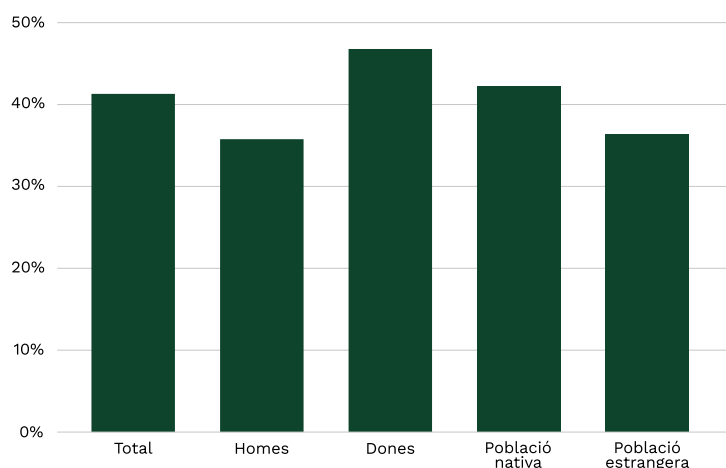
Tot i que en els darrers anys la taxa de matriculació als estudis d'educació superior s'ha duplicat, passant de 100 milions el 2000 a aproximadament 220 milions, s'observen disparitats pel que fa al gènere, l'origen o l'ètnia de l'alumnat i en funció de l'àmbit acadèmic (Eurostat, 2020; NCSES, 2021). Les bretxes en la igualtat d'oportunitats en educació superior provoquen disparitats de coneixement amb greus conseqüències en el desenvolupament social i econòmic (UNESCO, 2016). Reduir aquestes desigualtats en l'àmbit de l'educació també contribuirà a l'assoliment de l'ODS 5 "Igualtat de gènere" i l'ODS 10 "Reducció de les desigualtats".

En el camp de l'enginyeria, un dels grups en situació de risc que ha rebut més atenció és el de les dones, que tot i representar més del 50% de la població, suposen menys del 30% d'estudiants en els estudis d'enginyeria (Eurostat, 2020; GPAQ, 2022a). En la literatura podem trobar un volum considerable d'articles que analitzen els motius d'aquestes disparitats, així com accions destinades a les dones impulsades per les institucions acadèmiques, els governs i fins i tot el sector privat (Eurostat, 2020; Generalitat de Catalunya, 2022; GPAQ, 2022a; Olmedo-Torre et al., 2018; UPC, 2017a, 2020a, 2022a; WONNOWN, 2022). Tot i que aquests esforços

són molt necessaris a causa de les disparitats de gènere existents, hi ha altres grups també infrarepresentats que no han rebut tanta atenció. Un d'ells és l'estudiantat nascut a l'estranger o que pertany a grups ètnics minoritaris. Malgrat que aquest col·lectiu ha avançat enormement en l'educació i ha augmentat la seva participació en l'àmbit laboral durant els darrers anys, certes disciplines científiques continuen tenint un estudiantat majoritàriament blanc, com és el cas de l'enginyeria (McWhirter i Cinamon, 2020; NCSSES, 2021).

En línia amb l'Agenda 2030, els estats membres de la Unió Europea (UE) van acordar en el marc comú per a la cooperació educativa europea 2021-2030 aconseguir que el 2030 la proporció de persones de 25 a 34 anys amb estudis superiors sigui almenys del 45% i que la proporció de persones que abandonen prematurament l'educació i la formació sigui inferior al 9% (Council of the European Union, 2021). Per poder assolir aquestes metes, cal identificar aquells grups i països amb un índex d'educació terciària més baix, per sota del propòsit marcat. Segons les dades publicades el 2021, en el conjunt de la UE, les dones han superat l'objectiu establert, amb una proporció del 46,8% de dones d'entre 25 i 34 anys amb estudis superiors, situant-se per davant dels homes d'aquest grup d'edat (35,7%) (Eurostat, 2022c) (Figura 2). Per altra banda, s'observen diferències notables pel que fa a la població estrangera. Les dades publicades mostren una diferència de 5,9 punts percentuals entre la població nativa d'entre 25 i 34 anys amb educació superior (42,1%) i la població nascuda a fora del país (36,2%). Aquesta diferència és encara més gran si del grup de població nascuda fora del país, s'analitzen aquelles persones provinents de països de fora de la UE (34,7%), arribant a estar 7,4 punts percentuals per sota de la població nativa (Eurostat, 2022c).

Figura 2. Proporció de la Població Europea amb Estudis Superiors per Gènere i Lloc de Naixement

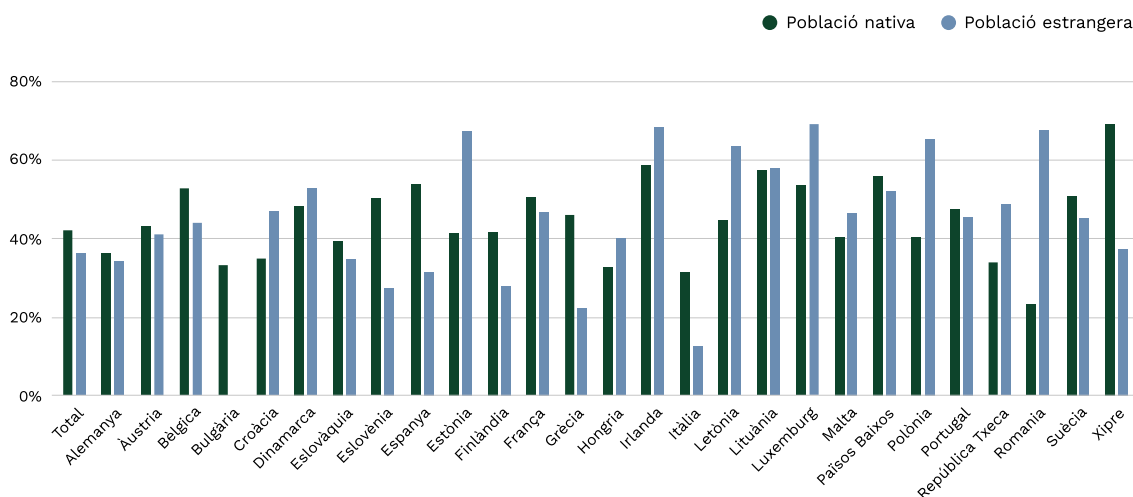


Nota. Font: "Population by educational attainment level, sex, age and country of birth (%)", Eurostat, 2022 (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/edat_lfs_9912/default/table?lang=en).

També existeixen diferències rellevants entre els diferents estats membre de la UE. Mentre que en països com Luxemburg, Irlanda, Estònia, Romania o Polònia el percentatge de població d'entre 25 i 34 anys nascuda fora del país amb educació terciària supera el 65%, en països com Itàlia (12,7%), Grècia (22,4%), Eslovènia (27,6%), Finlàndia (28,3%) o Espanya (31,6%), el percentatge és significativament inferior (Figura 3). De fet, les diferències més grans entre la població nativa i la població nascuda a l'estranger es van detectar a Xipre, Grècia, Eslovènia i Espanya, amb diferències superiors als 20 punts percentuals (Eurostat, 2022c). A més, si s'analitza la població estrangera de 25 a 34 anys per nivell educatiu, Itàlia (47,2%) i Espanya (36,3%) són els països de la UE amb les proporcions més altes de persones nascudes a l'estranger amb un nivell educatiu més baix (Eurostat,

2022c). Aquestes dades són preocupants, ja que el nivell educatiu de la població estrangera és una dimensió important de la integració d'aquests grups en la societat.

Figura 3. Proporció de la Població Europea amb Estudis Superiors per País i Lloc de Naixement



Nota. Font: "Population by educational attainment level, sex, age and country of birth (%)", Eurostat, 2022 (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/edat_efs_9912/default/table?lang=en).

Finalment, entre els 17 estats membres de la UE sobre els quals es disposa de dades, la proporció més elevada de persones nascudes a l'estranger que van abandonar prematurament l'educació i la formació es va trobar a Itàlia (32,5%), Xipre (28,0%) i Espanya (26,5%), amb diferències superiors als 15 punts percentuals respecte a la població nativa (Eurostat, 2022b).

Pel que fa a la UPC, durant el curs 2021-2022 s'han matriculat a estudis de grau un total de 23.542 estudiants, dels quals 1.673 (7,1%) són de nacionalitat estrangera (GPAQ, 2022b). El nombre d'estudiants estrangers varia segons el centre o facultat. L'Escola d'Enginyeria de Barcelona Est (EEBE) que ofereix titulacions tècniques d'enginyeria com enginyeria mecànica, elèctrica, electrònica i automàtica, química o de materials és el centre propi de la UPC amb un nombre més alt d'alumnat estranger, amb un total de 218 estudiants. Per contra, el centre amb menys alumnat estranger va ser la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME) que ofereix titulacions relacionades amb la branca de les matemàtiques i té matriculats 4 estudiants de nacionalitat estrangera. Pel que fa als països d'origen d'aquests i aquestes estudiants, el 27,0% provenien de països de la UE i el 73,0% de països de fora la UE. Entre la procedència de l'alumnat nascut en països de la UE, destaquen Itàlia (31,2%), Romania (25,2%) i França (13,3%). Dels països fora de la UE destaquen la Xina (23,1%) i el Marroc (14,0%) (GPAQ, 2022b). Aquestes dades són un reflex de la composició de la població estrangera de Catalunya, sent el Marroc (19,1%), Romania (7,0%) i Itàlia (5,6%) els països d'on prové el volum més alt de població nascuda fora (Idescat, 2021). Aquesta observació és rellevant, ja que la major part de la recerca en universitats d'enginyeria que analitzen la poca representació d'estudiants de minories ètniques o nascuts a l'estranger s'ha dut a terme en institucions dels Estats Units d'Amèrica (EUA) on la major part de població estrangera prové de Mèxic (24,8%), Xina (6,3%) i l'Índia (5,9%) (United States Census Bureau, 2020) i la variabilitat ètnica és diferent de la que es pot trobar a Europa (Jensen et al., 2021). Per tant, els resultats obtinguts fins al moment en poblacions dels EUA poden no ser generalitzables a poblacions de la UE, on la població nascuda a l'estranger és heterogènia i està formada per orígens i grups ètnics diferents (Eurostat, 2022a).

Malgrat els esforços realitzats per promoure la participació de l'estudiantat de minories infrarepresentades en els graus d'enginyeria, les dades indiquen que estem lluny d'aconseguir una educació superior equitativa i inclusiva per a tothom i que no deixi ningú enrere. Augmentar i diversificar la participació en l'enginyeria és un tema de preocupació internacional, un element fonamental de les polítiques d'igualtat i un punt clau dels ODS. Per aquest motiu, cal continuar analitzant perquè es donen aquestes disparitats entre els i les estudiants i identificar els factors que promouen aquesta falta de representació persistent per poder dissenyar accions concretes i efectives.

Marc teòric i variables d'estudi

Gran part de la investigació que s'ha desenvolupat en relació amb la poca representació d'estudiants de grups minoritaris als estudis universitaris d'enginyeria s'ha centrat a facilitar-ne l'accés i promoure l'interès cap a aquests àmbits. Tanmateix, el dret a l'educació amb igualtat no només està relacionat amb l'accés, sinó també amb la participació i el rendiment de l'alumnat. A partir de l'experiència en les accions dutes a terme els últims anys en aquest camp, la UNESCO esmenta el perill de concentrar els esforços únicament en l'accés a l'educació sense parar suficient atenció als i a les estudiants que ja estan aprenent per tal de millorar-ne les condicions i persistència en els estudis (UNESCO, 2016). Tal com van assenyalar Beasley i Fisher (Beasley i Fischer, 2012), la manca d'estudiants minoritaris que es graduen de les especialitats STEM no només es deu a la manca d'interès inicial en aquestes carreres sinó també al fet que les abandonen abans de finalitzar-les. La mateixa UPC al pla d'equitat de la universitat, indica que existeix una clara relació entre l'origen social i el rendiment acadèmic de l'alumnat per qüestions alienes al mèrit individual (UPC, 2022b). Per tant, tot i que és necessari promoure l'accés d'aquests grups infrarepresentats a les titulacions d'enginyeria, la participació és una condició insuficient en si mateixa per maximitzar els beneficis educatius que aporta la diversitat i garantir el seu èxit. A banda d'augmentar-ne la representació, també cal implementar polítiques i activitats que vetllin per la seva inclusió dins el grup majoritari una vegada han accedit als estudis i destinar esforços a estudiar com és l'experiència educativa de l'estudiantat de grups minoritaris que arriba a matricular-se als estudis d'enginyeria i entendre quins factors poden amenaçar el seu desenvolupament.

L'abandonament acadèmic de l'alumnat en situació de risc és un dels factors que genera més preocupació, ja que es tracta d'un indicador clau del rendiment acadèmic i la qualitat de l'ensenyament universitari. Una taxa d'abandonament elevada pot indicar que el sistema educatiu no satisfà les necessitats dels i de les estudiants i que l'alumnat de grups minoritaris no està ben acollit i integrat al campus acadèmic. En general, els estudis d'enginyeria es caracteritzen per tenir unes taxes d'abandonament altes en comparació a altres branques acadèmiques (Gairín et al., 2010). Pel que fa a la UPC, la taxa d'abandonament dels estudis en els centres propis de la universitat durant el curs 2020-2021 va ser del 32,8% (GPAQ, 2021), entenent taxa d'abandonament com la relació percentual entre el nombre total d'estudiantat d'una cohort de nou ingrés que haurien d'haver acabat el curs anterior i que no s'han matriculat ni en aquest curs ni en l'anterior (GPAQ, 2012). Tot i això, en algunes titulacions arriba a superar el 50%, sent la UPC la universitat pública catalana amb una taxa d'abandonament més alta (Gairín et al., 2010). A més, aproximadament el 60% de l'abandonament es produeix durant el primer curs, per la qual cosa esdevé un any crític en la retenció dels i de les estudiants (Gairín et al., 2010).

Pel que fa a l'alumnat nascut a l'estranger o de minories ètniques, la literatura indica que són aquells amb més risc d'abandonar els estudis d'enginyeria i amb unes taxes de graduació menors en comparació als seus companys nadius o blancs (Park et al., 2020; Whitcomb i Singh, 2021). El recent estudi de Whitcomb i Singh (2021) ha

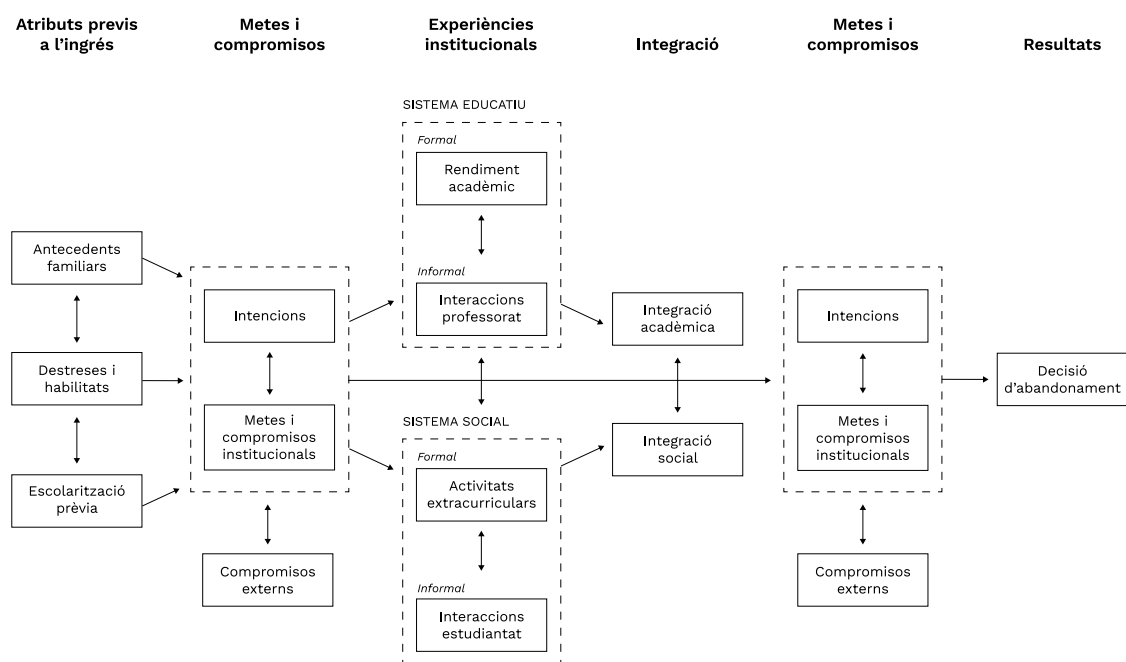
demonstrat que els i les estudiants de minories ètniques abandonen la majoria de les especialitats STEM amb més freqüència que altres estudiants i tenen un rendiment menor que els seus companys blancs, fet que agreuja la seva poca representació a mesura que avancen en la seva carrera professional.

Cal entendre que aquest abandonament es pot produir de manera involuntària quan l'estudiant no supera el nombre de crèdits necessaris per continuar, o de manera voluntària, quan l'estudiant abandona els estudis per decisió pròpia. En el segon cas, és necessari entendre quins factors empenyen a un estudiant a prendre aquesta decisió i efectuar una anàlisi detallada de l'abandonament des de la perspectiva de l'estudiant, actor principal d'aquest procés (Gairín et al., 2010). Per a les institucions acadèmiques resulta fonamental detectar els factors associats a la decisió de l'estudiantat d'abandonar els estudis per tal de poder plantejar accions i estratègies de retenció en els diferents nivells i àmbits acadèmics.

La literatura sobre l'abandonament acadèmic es desenvolupa principalment a partir de dos models teòrics: el model d'abandonament de Tinto (1975) i el model de desgast de Bean (1980).

El model teòric de Tinto (1975), àmpliament validat i utilitzat en la literatura sobre la persistència acadèmica, planteja que les decisions dels i de les estudiants de deixar els estudis es veuen afectades per l'experiència i els nivells d'adaptació i integració que tenen amb la institució educativa. El model emfatitza la importància de la integració social i acadèmica, concepte introduït anteriorment per Spady (1970) i apunta que com més integrat socialment i acadèmicament estigui l'estudiant a la vida de la institució, més probabilitats tindrà de persistir fins a la finalització dels estudis. Per tant, la integració acadèmica i social es considera vital per a la retenció de l'alumnat i la seva intenció de finalitzar els estudis estarà influïda per elements com les interaccions amb el professorat o les interaccions amb altres estudiants. A més a més, es contempen altres elements que intervenen en la retenció com les característiques personals i familiars de l'estudiant, les seves habilitats o l'educació rebuda anteriorment (Figura 4).

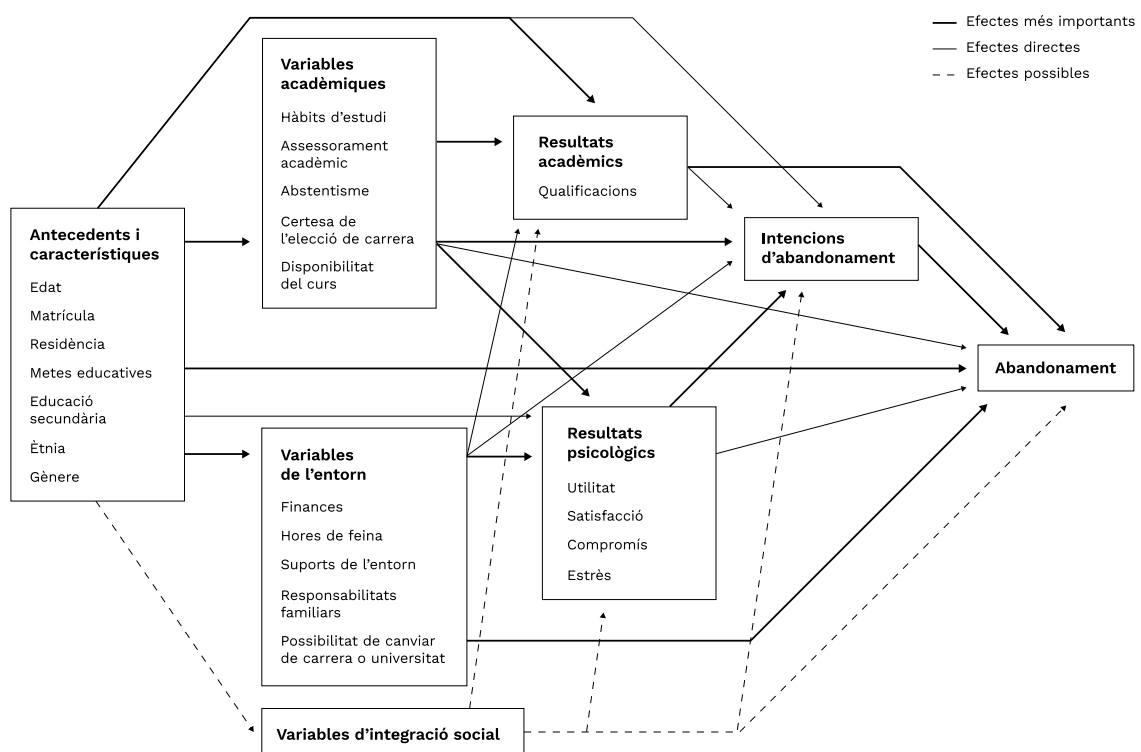
Figura 4. Model d'Abandonament de Tinto



Nota. Font: "Leaving college: Rethinking the causes and cures of student attrition (2a ed.)", Tinto, V, 1993, Chicago: The University of Chicago Press.

De manera similar, el model de Bean (1980) descriu el desgast com un procés longitudinal, on les interaccions entre els i les estudiants i la institució donen lloc a resultats educatius i actitudinals que condueixen a l'abandonament de l'alumnat. Es tracta d'un model integrador que descriu l'abandonament acadèmic a partir de les condicions i circumstàncies personals dels i de les estudiants, els elements de l'entorn i les variables acadèmiques i psicosocials. A més, el model identifica la integració social de l'estudiant i el seu rendiment acadèmic com a variables que afecten la retenció de l'alumnat. Un element rellevant del model és que incorpora les intencions que l'estudiant té d'abandonar com a element predictor de l'abandonament final dels estudis (Figura 5).

Figura 5. Model de Desgast de Bean



Nota. Font: "A conceptual model of nontraditional undergraduate student attrition", Bean, J. P. i Metzner, B. S., 1985, *Review of Educational Research*, 55(4), 485-540 (<https://doi.org/10.3102/00346543055004485>).

Al llarg dels anys aquests models s'han utilitzat àmpliament com a base d'investigacions que tracten d'entendre la persistència acadèmica, un fenomen complex i multidimensional, i s'han validat des de diferents enfocaments, com el psicològic, el sociològic, l'econòmic, l'organitzacional i el psicopedagògic (Braxton, Bray, et al., 2000; Braxton, Milem, et al., 2000; Elkins et al., 2000; Ethington, 1990; Guiffreda, 2006; St. John et al., 2000). Tanmateix, els models presenten una visió holística de l'abandonament acadèmic, per la qual cosa és necessari que la investigació aporti més profunditat en com operen cada una d'aquestes variables i els elements específics que s'hi relacionen per poder identificar quins factors, situacions o condicions concretes fan que els i les estudiants abandonin els estudis, especialment en el cas d'aquells i aquelles més vulnerables. Alguns dels estudis desenvolupats posteriorment a aquests models, ja han anat desfent l'entrellat i identificant alguns dels factors que intervenen i s'associen amb les diferents variables que plantegen els models. La Taula 2 aporta un resum dels factors més rellevants relacionats amb l'abandonament acadèmic i alguns dels estudis més reconeguts en els que s'identifiquen aquests factors:

Taula 2. Factors Relacionats amb l'Abandonament Acadèmic

Categoria	Factors	Estudis
Atributs personals i antecedents	Gènere	Brower (1992)
	Edat	Cabrera et al., (1993)
	Nacionalitat	Ethington (1990)
	Ètnia/Raça	Lent et al., (1994)
	Religió	Leppel (2002)
	Història acadèmica personal	Pascarella i Terenzini (1980)
	Classe social	Seymour i Hewitt (1997)
	Situació econòmica	Stage (1989)
	Situació familiar	
	Nivell educatiu dels pares Situació laboral dels pares	
Elements de l'entorn i suports	Suport familiar	Cabrera et al., (1992)
	Suport dels companys	Cabrera et al., (1993)
	Suport del professorat	Cabrera et al., (2006)
	Expectatives familiars	Elkins et al., (2000)
	Exposició de models a seguir	Guiffrida (2006)
	Ajudes financeres i socials	John et al., (2000)
	Disponibilitat de recursos	Lent et al., (1994)
	Suport institucional	
	Orientació acadèmica i professional	
Factors institucionals i acadèmics	Tipus d'institució	Anderson (1988)
	Finalitat de la institució	Braxton, Bray, et al., (2000)
	Prestigi de la institució	Braxton, Milem, et al., (2000)
	Ubicació geogràfica	Cabrera et al., (2006)
	Cost econòmic	Lent et al., (1994)
	Polítiques universitàries	Pascarella i Terenzini (1980)
	Professorat i personal acadèmic	Seymour i Hewitt (1997)
	Serveis i programes acadèmics	
	Tipologia dels estudis	
	Pla d'estudis	
	Perfil de l'estudiantat	
	Adequació de l'ensenyament a la tipologia de l'estudiant	
	Nivell d'exigència dels estudis	
	Model educatiu	
	Recursos acadèmics Relació amb el mercat laboral	
Característiques psicològiques i psicoeducatives	Autoestima	Cabrera et al., (2006)
	Autoeficàcia	Ethington (1990)
	Autoexigència	Guiffrida (2006)
	Autocontrol	Lent et al., (1994)
	Hàbits personals	Pascarella i Terenzini (1980)
	Interès en l'àmbit	Peterson (1993)
	Motivacions intrínseques i extrínseques	Seymour i Hewitt (1997)
	Expectatives de resultats	
	Expectatives laborals	
	Estil d'aprenentatge	
	Capacitat d'esforç	

Hàbits educatius
 Autonomia personal i capacitat organitzativa
 Adaptació al sistema educatiu
 Capacitat d'afrontar les exigències educatives
 Percepció de l'èxit acadèmic
 Valors educatius
 Percepció de l'entorn educatiu
 Capacitats i habilitats

Experiències acadèmiques i socials	Clima del campus	Braxton et al., (1995)
	Relació entre el professorat i els i les estudiants	Brower (1992) Cabrera et al., (1993)
	Relació entre els i les estudiants	Cabrera et al., (2006)
	Sensibilitat del professorat a les necessitats de l'estudiantat	Lent et al., (1994)
	Habilitat del professorat per connectar amb l'estudiantat	Pascarella i Terenzini (1980) Peterson (1993)
	Activitats socials	Seymour i Hewitt (1997)
	Sentiment de pertinença	Stage (1989)

Mentre que alguns dels factors de risc identificats poden afectar a l'abandonament de tot l'alumnat independentment del seu origen, les experiències socials i les interaccions al campus esdevenen un element especialment rellevant en la persistència acadèmica dels grups minoritaris o estudiants nascuts a l'estranger, ja que es poden desencadenar situacions de marginació, exclusió o inclús discriminació (Beasley i Fischer, 2012; Benner et al., 2018; Park et al., 2020; UNESCO, 2016). Si els i les estudiants de minories troben barreres que els impedeixin poder-se integrar correctament suposarà una amenaça per la seva persistència als estudis. Per contra, l'estudiantat que s'integra socialment a les comunitats del campus augmenta el seu compromís amb la institució i té més probabilitats de graduar-se (Tinto, 1975).

L'enginyeria és un camp amb forts estereotips de gènere i ètnia que tradicionalment s'ha relacionat amb el gènere masculí i amb la població blanca de classe mitjana i alta (Campbell-Montalvo et al., 2022; White i White, 2006). Aquests estereotips poden generar un clima hostil i amenaçar l'alumnat que no s'hi ajusta, intensificant les barreres que han de superar per accedir i graduar-se en carreres STEM i perpetuant les bretxes racials i de gènere (Starr i Leaper, 2019). Els estereotips es basen en prejudicis, creences i opinions preconcebudes en la societat i la cultura, que es generalitzen a les persones individuals que formen part d'un grup estereotipat (Bigler i Liben, 2006). Tot i que no sol existir una justificació racional, els estereotips influeixen en les actituds i conductes, i estableixen expectatives socials determinades a les persones que formen part del grup estereotipat. Quan a partir dels estereotips es jutja negativament a un individu, es pot donar un tracte diferent i desencadenar situacions de discriminació. Investigacions anteriors han demostrat que la discriminació percebuda en un entorn universitari s'associa amb una disminució de la persistència acadèmica i taxes de graduació més baixes (Beasley i Fischer, 2012; Hall et al., 2017; Lent et al., 2013; Seymour i Hewitt, 1997; Smalls et al., 2007). En diversos estudis, els i les estudiants de minories ètniques indiquen haver experimentat majors nivells d'alienació i prejudici que els seus homòlegs blancs, i perceben l'ambient predominantment blanc del campus d'enginyeria com un entorn amenaçant i hostil (Benner et al., 2015; Eccles et al., 2006; Hartman et al., 2019). Quan aquestes experiències de discriminació es produeixen en entorns educatius, poden tenir conseqüències perjudicials en les variables del procés d'aprenentatge com el rendiment acadèmic, el sentiment de pertinença amb la universitat o

la confiança envers les seves habilitats, provocant inclús que deixin de considerar la possibilitat de cursar aquests estudis o que els abandonin abans d'acabar-los (Eccles et al., 2006; Hall et al., 2017; Sladek et al., 2020; Totonchi et al., 2021).

Tot i que la investigació acadèmica ha identificat que les discriminacions poden manifestar-se en els entorns educatius i afectar el progrés acadèmic de l'estudiantat de grups minoritaris, se'n sap molt poc sobre en quins espais i situacions es produeixen aquestes situacions discriminatòries en els campus universitaris d'enginyeria. Es poden trobar algunes investigacions que esmenten que l'alumnat nascut a l'estranger pot sentir-se tractat injustament o fins i tot de manera perjudicial en les interaccions amb la resta d'estudiants i el personal docent (Dortch i Patel, 2017; Leaper i Starr, 2019; Park et al., 2020; Redding, 2019). Tinto indica que les interaccions a l'aula, les discussions en petits grups i els grups d'estudi configuren en gran part la integració acadèmica i social dels i de les estudiants i, per tant, la seva probabilitat de persistir (Tinto, 1997). Hi ha estudis que mencionen algunes situacions discriminatòries que es poden donar a l'aula, per exemple quan s'escull l'alumnat de minories en últim lloc en formar grups per fer treballs, quan reben qualificacions inferiors a les merescudes o quan se'ls exclou de les activitats per qüestions d'origen, ètnia o raça (Campbell-Montalvo et al., 2022; Hall et al., 2017). Tot i que identificar aquestes situacions és fonamental per intervenir i crear accions de suport, el corpus de recerca que ha identificat les situacions concretes en les quals es produeixen discriminacions en els graus d'enginyeria és sorprenentment petit i els resultats es troben fragmentats en diferents investigacions. Per aquest motiu, és necessari aportar noves dades que ajudin a entendre quins contextos són més amenaçadors pels i per les estudiants vulnerables i així prioritzar les iniciatives acadèmiques de suport i d'inclusió a l'alumnat, eliminant les discriminacions i els prejudicis dels campus universitaris.

Per altra banda, existeix un debat pel que fa a la interseccionalitat dels estereotips de gènere i nacionalitat o ètnia en les especialitats STEM. Les dones pertanyents a minories ètniques són un dels grups menys representats en els graus d'enginyeria (Ong et al., 2018). Algunes investigacions indiquen que la intersecció d'identitats socials pot fer que les dones de minories ètniques siguin més vulnerables en entorns acadèmics d'enginyeria i estiguin més exposades a experimentar climes hostils (Eaton et al., 2020; Givens i Tassie, 2014; Ong et al., 2018). Tanmateix, no està clar com la intersecció d'identitats socials estereotipades afecta aquestes alumnes i si existeix un efecte additiu en l'amenaça dels estereotips generats per la intersecció del gènere i l'ètnia o nacionalitat. Per exemple, en l'estudi de Beasley i Fischer (2012) es va descobrir que tot i que l'alumnat de minories ètniques experimentava l'amenaça dels estereotips amb més força que l'alumnat blanc, les dones no patien una amenaça significativament superior als homes. Per altra banda, a l'estudi d'Else-Quest et al. (2013), els estudiants homes van informar d'un autoconcepte matemàtic més positiu i expectatives d'èxit més altes que les estudiants dones, però no es van trobar diferències significatives entre els grups ètnics. Per tant, cal que les investigacions futures proporcionin nous resultats que ajudin a entendre com opera la interacció de les identitats en estudiants d'enginyeria i si aquesta té un efecte additiu en aquelles persones que les experimenten.

A banda de l'abandonament acadèmic, la discriminació pot afectar a altres elements que intervien en l'experiència acadèmica de l'alumnat de minories, com per exemple a l'autoestima dels i de les estudiants (Durkee et al., 2021; Leath i Chavous, 2018; Nadal et al., 2014). L'autoestima es defineix com l'actitud positiva o negativa i l'avaluació dels pensaments i sentiments en relació amb un mateix o mateixa (Rosenberg, 1965). En la investigació de Nadal et al., (2014) es va trobar que les microagressions racials eren predictores de l'autoestima, de manera que com més microagressions experimentaven els i les estudiants, menor era la seva autoestima. A la vegada, la baixa autoestima s'ha identificat com un dels factors que promou l'abandonament acadèmic

(Taula 2), tot i que no hi ha prou evidència d'aquesta relació en mostres d'estudiants universitaris d'enginyeria. Altrament, algunes investigacions han aportat proves sobre la relació entre la satisfacció i la persistència en estudiants d'enginyeria de diverses ètnies (Lent et al., 2016; Navarro et al., 2014), mostrant una relació bidireccional entre la satisfacció acadèmica i la persistència dels i de les estudiants en tots els grups ètnics. Tanmateix, en altres estudis com el de Flores et al., (2021) es va trobar una relació no significativa entre la satisfacció i la persistència de l'estudiantat, per la qual cosa es necessita més investigació per entendre si aquesta relació existeix en mostres d'alumnes d'enginyeria. Incorporar a les investigacions sobre la persistència de l'alumnat nascut a l'estranger o de minories ètniques les variables de l'autoestima i de la satisfacció acadèmica ajudarà a aportar nova evidència empírica sobre com intervenen aquestes variables en l'experiència acadèmica d'aquests i aquestes estudiants. Per altra banda, incloure més d'una variable a l'estudi permet comparar-ne l'efecte en la persistència dels i de les estudiants i entendre quins factors poden tenir un major impacte en l'abandonament acadèmic.

Importància i beneficis de la inclusió a l'enginyeria

Promoure la participació dels grups poc representats als estudis universitaris d'enginyeria és rellevant per diverses raons:

La infrarepresentació d'aquests col·lectius contribueix a les disparitats d'ingressos i oportunitats de la població estrangera, ja que les professions d'enginyeria es troben entre les que tenen un major salari i creixement laboral (NACE, 2022). Segons la UNESCO, la pobresa és una de les barreres més grans per la igualtat a tots els nivells i a totes les regions del món. Graduar-se a la universitat és un dels determinants de l'èxit econòmic i de l'assoliment d'estatus social i professional, especialment en aquelles professions amb salaris més alts. Tenir un títol universitari serà cada vegada més rellevant en un futur amb opcions econòmiques reduïdes i en el que cada vegada hi ha més graduats de secundària que accedeixen a titulacions d'educació superior. Per aquest motiu és imprescindible reduir les barreres a l'educació universitària d'enginyeria i oferir oportunitats d'aprenentatge equitatives perquè tothom pugui adquirir els coneixements, habilitats i competències necessaris per a un treball i una vida digna (UNESCO, 2016).

Per altra banda, tal com destaca l'Agenda 2030, la innovació científica i tecnològica té un paper especialment rellevant en el desenvolupament de la societat actual. Malgrat això, la major part dels alts càrrecs en aquestes professions són homes blancs (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2021). La representació insuficient d'alguns grups en els estudis d'enginyeria perpetua les desigualtats en posicions d'influència en la indústria, el que fomenta que les decisions rellevants en el desenvolupament les prengui un grup concret de la societat que no és representatiu de la globalitat i diversitat de la població actual. Si el camp de l'enginyeria ha de liderar el desenvolupament tecnològic, és imprescindible que l'anàlisi dels problemes i el disseny de les solucions no només es faci des de la perspectiva d'un col·lectiu social determinat, sinó que inclogui referents representatius de la població real. Per aquest motiu, cal augmentar la participació dels grups minoritaris en els estudis d'enginyeria per tal d'aconseguir indústries més democràtiques i que el desenvolupament científic i tecnològic no deixi ningú enrere.

A més, assolir una major representació de les minories ètniques en l'àmbit professional de l'enginyeria també ajudarà a augmentar-ne la visibilitat trencant estereotips establerts i augmentant l'exposició de models a seguir per les futures generacions. Diversos estudis assenyalen que tenir models amb els quals els individus se sentin identificats, afavoreix l'interès i en conseqüència la participació en els camps en qüestió (Kricorian et al., 2020).

Finalment, diversos estudis han demostrat que els grups de treball heterogenis obtenen una millor resolució de problemes que els grups homogenis i que l'aprenentatge en un entorn divers és de gran importància per al desenvolupament acadèmic de tot l'alumnat, ja que promou el pensament crític i innovador i fomenta la resolució de problemes (Antonio et al., 2004). Això es deu al fet que un grup on les persones provenen d'orígens diferents es caracteritza per la varietat en els antecedents, valors, actituds i experiències, proporcionant als i a les estudiants diferents perspectives i opinions de gran valor que potencien el pensament crític, innovador i divergent, creant entorns educatius més rics necessaris per resoldre problemes complexos. A més, el fet que els i les estudiants es formin juntament amb estudiants d'altres ètnies i orígens fa que desenvolupin actituds més obertes i respectuoses i una major consciència cultural i empatia (Denson i Chang, 2009; Rasool et al., 2012). Aquestes habilitats s'han tornat particularment rellevants en un món globalitzat i amb una major comunicació intercultural. La mateixa UNESCO remarca que a més d'impartir competències tècniques, l'educació terciària i les universitats tenen un paper vital en l'estimulació del pensament crític i creatiu, necessaris per plantejar solucions per al correcte desenvolupament social, cultural, ecològic i econòmic (UNESCO, 2016). Per tant, no promoure aquestes competències a l'alumnat redueix la capacitat dels graduats d'adaptar-se a les demandes canviants i a les exigències del futur.

Així doncs, augmentar la representació de les minories ètniques en els estudis d'enginyeria i millorar la inclusió d'aquests grups aportarà beneficis tant a nivell individual com col·lectiu, contribuint a evolucionar cap a una societat més ètica, justa i igualitària.

1.2.3. Situació de risc: Crisi sanitària

La segona situació de risc analitzada en aquesta tesi són les situacions d'emergència, específicament la crisi sanitària mundial derivada de la COVID-19.

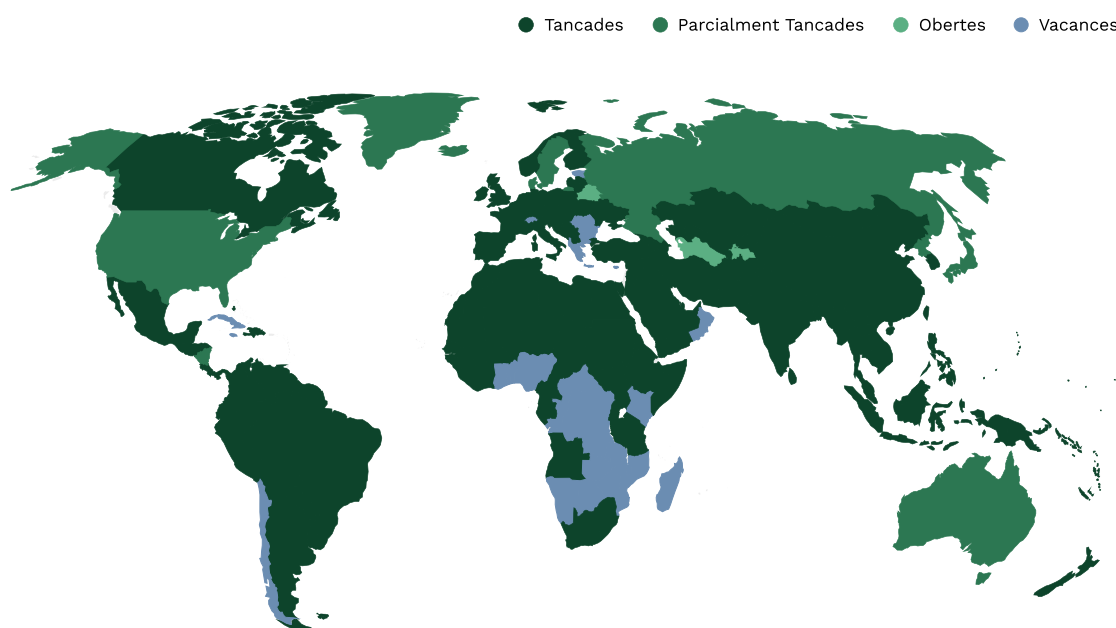
Context i dades de la població

La pandèmia de COVID-19 causada pel virus SARS-CoV-2 va començar a finals del 2019 i es va estendre per tot el món en pocs mesos (Du Toit, 2020; Zhou et al., 2020). L'11 de març de 2020 l'Organització Mundial de la Salut va declarar com a pandèmia internacional l'emergència de salut pública causada pel nou coronavirus. A causa de l'elevada taxa de transmissió del SARS-CoV-2, la majoria de països van prendre mesures per aturar la propagació, inclosos el confinament de ciutats i persones i l'aplicació estricta de l'aïllament de contactes (World Health Organization, 2021). Començant com una emergència de salut pública, la COVID-19 va provocar un impacte sense precedents afectant a tots els àmbits de l'activitat humana, tota la població i tots els sectors de l'economia. A més, la pandèmia va interrompre bruscament la implementació de molts dels ODS i, en alguns casos, fins i tot va fer retrocedir dècades de progrés posant en perill drets humans fonamentals, com el dret a l'educació (United Nations, 2020b, 2021).

Seguint amb les mesures de contenció i aïllament, la majoria de governs de tot el món van decidir tancar escoles i altres institucions educatives per intentar contenir la propagació del virus, deixant l'estudiantat en una situació

extremadament vulnerable. A escala mundial, el tancament dels centres educatius va afectar a més del 80% d'alumnes i a més de 150 països en el punt àlgid de la pandèmia l'abril de 2020 (Figura 6). En algunes regions, el tancament va arribar a superar els set mesos de durada (United Nations, 2021).

Figura 6. Estat de les Institucions Acadèmiques el 20 d'Abril de 2020



Nota. Font: “Education: From disruption to recovery”, UNESCO, 2021 (<https://en.unesco.org/covid19/educationresponse#schoolclosures>).

D'acord amb la resolució 64/290 “El dret a l'educació en situacions d'emergència”, aprovada el 2012 en l'Assemblea General de les Nacions Unides, és necessari garantir el dret a l'educació en situacions d'emergència, siguin provocades per l'ésser humà o per catàstrofes naturals. En aquests casos, cal que els governs i la comunitat internacional prioritzin l'accés a l'educació establint models educatius i enfocaments adaptats al context i que siguin flexibles i coherents amb les necessitats del moment. A més, cal implementar estratègies i polítiques de suport, per exemple assignant els recursos necessaris a l'àmbit acadèmic i establint plans per garantir un entorn educatiu segur i protector. La continuïtat de l'educació pot ajudar a mitigar l'impacte psicosocial dels conflictes armats o els desastres naturals proporcionant una sensació de normalitat, estabilitat, estructura i esperança de futur (United Nations, 2010). Així doncs, adaptant-se a les restriccions de mobilitat i a les normatives de confinament domiciliari establertes pels governs, la majoria d'institucions educatives del món van modificar el seu model educatiu per oferir solucions d'aprenentatge a distància. Davant d'aquesta situació, el professorat i personal educatiu es van veure sotmesos a una gran pressió per adaptar la docència al nou format. Aquest canvi, presentava reptes enormes tant humans com tècnics, i va posar de manifest el paper del professorat com a columna vertebral dels sistemes educatius. Per tal d'adaptar la docència al nou format, no només es va haver d'adaptar el format de docència, sinó que es va fer necessari ajustar el calendari acadèmic i el currículum, adequar els objectius i les prioritats d'aprenentatge, redissenyar els mètodes d'avaluació, implementar mesures de suport dirigides i gestionar les noves necessitats psicosocials dels alumnes (United Nations, 2021).

A Catalunya, la nit del divendres 13 de març de 2020 es va informar a la població de la voluntat d'aplicar un confinament i l'endemà, 14 de març es va declarar l'estat d'alarma a tot el territori espanyol amb la finalitat de

contenir la progressió de la malaltia i mitigar l'impacte sanitari, social i econòmic (Boletín Oficial del Estado, 2020a). Aquest estat d'alarma va suposar la limitació de la lliure circulació i el tancament de multitud de comerços i serveis considerats no essencials. Pel que fa a les institucions educatives, es va suspendre l'activitat acadèmica presencial a tots els centres i etapes, cicles, graus, cursos i nivells d'ensenyament, inclòs l'universitari, i es va establir que sempre que fos possible s'havien de mantenir les activitats educatives a través de modalitats a distància. En conseqüència, les institucions acadèmiques van haver de canviar ràpidament a l'ensenyament en línia, que la gran majoria va mantenir fins que va acabar el curs el juny de 2020. Malgrat la millora de les dades de contagis durant els mesos d'estiu, el 16 d'octubre de 2020 es van implementar noves mesures a Catalunya a causa de l'augment de casos (Departament de Salut, 2020). Aquestes mesures tornaven a incloure la limitació de les activitats socials, econòmiques i educatives. El 25 d'octubre, després de superar el mig milió d'infectats a tot l'estat, es va decretar el segon estat d'alarma (Boletín Oficial del Estado, 2020b), que més tard es prorrogaria fins al 9 de maig de 2021.

Pel que fa a la UPC, la universitat es va adaptar ràpidament a la situació. El 27 de febrer de 2020 es va celebrar un Consell de Govern en el qual es va aprovar la directriu per l'actuació davant d'emergències i del que va sorgir el Protocol d'actuació de la UPC davant l'activació de l'alerta sanitària per coronavirus que es faria públic el 9 de març de 2020 (UPC, 2020f). Des del rectorat, el dia 12 de març es va comunicar la suspensió de les classes presencials (UPC, 2020b). Davant d'aquesta notícia, el professorat va respondre ràpidament, i en algunes assignatures les classes es van adaptar a la no presencialitat des de la primera setmana. El model d'ensenyament a distància establert es va mantenir fins a final de curs, el juny de 2020, adaptant els continguts i mètodes tant de docència com d'avaluació al nou format. En reprendre les classes el setembre de 2020 es va implementar un model de docència que tot i prioritzar el format no presencial, permetia als alumnes de primer curs fer assignatures de manera presencial a les aules de gran capacitat i extremant les mesures de seguretat per tal de facilitar l'adaptació i socialització dels i de les estudiants de primer any (UPC, 2020b). La resta de cursos van mantenir les classes teòriques i de problemes a distància i només algunes classes de laboratori i exàmens es van permetre fer de manera presencial amb una limitació en el nombre d'alumnes i assegurant el compliment de les mesures de seguretat com la mascareta, la higiene de l'espai i la distància i ventilació a l'aula. Malgrat els esforços per a oferir als alumnes de primer curs classes presencials, davant les noves restriccions establertes pel govern (Departament de Salut, 2020) l'octubre de 2020 es va tornar a la docència no presencial per a tots els cursos (UPC, 2020b). En moltes assignatures, la docència en línia es va estendre fins a final de curs el juny de 2021, per la qual cosa alguns estudiants van estar més d'un any, equivalent a un curs i mig, fent pràcticament totes les classes a distància. Aquesta adaptació a la docència no presencial va venir acompanyada de noves mesures i canvis organitzatius, com per exemple adaptacions al calendari acadèmic i a les dates d'exàmens. També es va posar a disposició de l'estudiantat i el professorat un protocol en cas de donar positiu de COVID-19 i es van oferir recursos per tal de poder realitzar la docència en línia, com facilitar tauletes i llapis digitals al professorat, oferir un servei de préstec d'ordinadors portàtils a l'alumnat, la instal·lació de càmeres per a la retransmissió en temps real de les classes o la contractació de personal de suport per ajudar als i a les docents a digitalitzar els continguts de les assignatures (UPC, 2020e).

La COVID-19 ha esdevingut una crisi sanitària sense precedents i d'enorme magnitud tant pel nombre extremadament elevat de ciutadans afectats com per l'extraordinari risc per als seus drets. Amb l'accés a l'educació interromput i el dret a una educació de qualitat en perill, la comunitat internacional s'enfronta a amenaces considerables per l'adquisició de competències essencials per al treball i l'ocupació dignes, posant en risc els avenços aconseguits amb esforç cap a l'assoliment de l'ODS 4. Donada la ràpida evolució dels fets a escala

nacional i internacional, l'ONU va instar al món a prendre mesures urgents per evitar que la crisi educativa es convertís en una catàstrofe generacional i va demanar situar l'educació al centre de la recuperació. Davant l'impacte devastador, es feia imprescindible adoptar mesures immediates i eficaces per fer front a la crisi, mitigar els possibles danys ocasionats i revertir el possible retrocés en l'assoliment de l'ODS 4 (United Nations, 2021). En l'àmbit educatiu, la UNESCO va crear i liderar la Coalició Global per l'Educació per ajudar a garantir la continuïtat de l'educació per tot l'alumnat i assegurar un aprenentatge de qualitat malgrat la crisi sanitària (UNESCO, 2019). Amb aquest objectiu, es va instar a les institucions acadèmiques a donar suport al professorat i l'estudiantat durant l'adaptació a l'aprenentatge en línia en el context d'una crisi sanitària mundial, posant en relleu els impactes negatius tant en l'aprenentatge i el desenvolupament acadèmic com en la salut mental i el benestar (United Nations, 2021).

Marc teòric i variables d'estudi

El canvi sobtat a l'ensenyament a distància ha suposat un repte sense precedents en l'àmbit educatiu. En l'educació universitària, aquest canvi ha estat especialment complicat en algunes titulacions, com les d'enginyeria, on gran part del procés d'aprenentatge es basa en l'aplicació pràctica dels coneixements mitjançant classes presencials de problemes i de laboratori i en el contacte directe entre estudiants i entre el professorat i l'alumnat (Jacques et al., 2020). A causa de l'excepcionalitat de la situació, l'impacte acadèmic i emocional de la crisi sanitària i el confinament prolongat als i a les estudiants encara és incert. Malgrat això, organitzacions com la UNESCO asseguren que es preveuen pèrdues d'aprenentatge significatives a causa del canvi sobtat en el model de docència.

Tot i que la literatura en aquest àmbit encara és limitada, es poden trobar alguns estudis que tracten d'explicar l'impacte de la ràpida transició als models en línia durant la COVID-19 en el desenvolupament acadèmic de l'estudiantat. Tanmateix, els resultats d'aquestes investigacions no són homogenis i s'observen diferències notables i fins i tot contradiccions. Aquestes variacions poden ser degudes a múltiples factors com el moment d'inici i la gravetat de la pandèmia a cada país, les mesures implementades per gestionar la crisi sanitària a cada regió i universitat o el calendari acadèmic de cada centre. Per exemple, mentre que alguns països es van suspendre les classes presencials des de l'inici de la pandèmia, n'hi va haver d'altres que van ser menys restrictius i només van reduir el nombre de classes presencials o van ajornar l'inici del semestre (Gonzalez et al., 2020). Per altra banda, també poden haver-hi variacions en funció de l'àmbit acadèmic o els recursos disponibles per als i a les alumnes i les metodologies implementades pel professorat durant la docència en línia. Aquesta manca de consistència obre la porta a nous estudis aportant dades que permetin comprendre l'impacte de la docència en línia durant la pandèmia de la COVID-19 en estudiants universitaris de diferents països, àmbits acadèmics i disciplines, aportant suport empíric als resultats de la incipient recerca en aquest àmbit.

Gran part de la literatura generada fins al moment mostra una gran preocupació per l'impacte en el desenvolupament acadèmic i l'aprenentatge de l'alumnat. Hi ha estudis que afirmen que la docència a distància durant la COVID-19 ha pogut empitjorar el rendiment i el desenvolupament acadèmic dels i de les estudiants (Aristovnik et al., 2020; Hamann et al., 2021; Nassr et al., 2020; Son et al., 2020; Tang et al., 2020; United Nations, 2020b). Per exemple, Hamann et al. (2021) indica que els i les estudiants que van rebre classes en línia durant la pandèmia tenien menys probabilitats d'èxit que els que van rebre classes presencials. Una de les mesures que s'ha utilitzat per determinar l'impacte de la pandèmia al rendiment acadèmic de l'alumnat són les seves qualificacions. Tanmateix, tot i que es podria esperar que els i les estudiants obtinguessin qualificacions

més baixes durant l'aprenentatge a distància per la COVID-19, hi ha investigacions que afirmen que les qualificacions de l'alumnat van ser similars a les esperades en la docència presencial (Jacques et al., 2020) o que fins i tot van millorar (Gonzalez et al., 2020; Khalil et al., 2020). Una altra variable que també s'ha estudiat per entendre l'impacte en el desenvolupament acadèmic dels i de les estudiants és la satisfacció, ja que una baixa satisfacció envers l'educació a distància rebuda es pot relacionar amb un menor compromís i una disminució en l'adquisició de coneixements per part de l'alumnat (Khalil et al., 2020).

Per entendre amb més profunditat com ha afectat l'educació no presencial durant la COVID-19 al desenvolupament acadèmic i a l'aprenentatge dels i de les estudiants cal identificar els factors que intervenen en els processos educatius a distància. Investigacions prèvies en psicologia i educació sobre l'aprenentatge en línia han identificat quatre elements especialment rellevants pel desenvolupament acadèmic de l'alumnat: la qualitat de la docència rebuda (Al-Balas et al., 2020; Amir et al., 2020); l'adaptació de la docència al format digital, incloses les classes, els mètodes d'avaluació i el suport del professorat (Alnusairat et al., 2020; Dinh i Nguyen, 2020); les condicions de l'espai de treball dels i de les estudiants (Gelles et al., 2020; Son et al., 2020); i la connexió amb altres estudiants i el personal docent (Elmer et al., 2020; Radu et al., 2020). Totes aquestes variables s'han de tenir en compte a l'hora de dissenyar cursos en línia per evitar efectes perjudicials en el desenvolupament acadèmic de l'alumnat (Braat-Eggen et al., 2017; Hviid et al., 2020; McInerney i Roberts, 2004; Piccoli et al., 2001; Sun et al., 2008; Zhong et al., 2019). Això no obstant, les relacions entre aquestes variables i l'impacte en el desenvolupament acadèmic durant la COVID-19 encara són incerts.

En primer lloc, investigacions anteriors a la pandèmia van assenyalar que el canvi efectiu cap als models d'ensenyament en línia està influenciat per la qualitat percebuda de la docència (Ibrahim et al., 2013) i que es tracta d'un factor rellevant en la satisfacció i l'aprenentatge de l'estudiantat (Piccoli et al., 2001; Sun et al., 2008). Malgrat això, moltes de les assignatures que es van impartir a distància a causa del tancament de les institucions acadèmiques per la COVID-19 no s'havien dissenyat en el marc d'un curs a distància i van adoptar el format en línia de manera forçada i sense una preparació suficient per intentar compensar l'absència de classes presencials. Per aquest motiu, no és d'estranyar que estudis realitzats en el context de la pandèmia hagin indicat que els i les alumnes han sentit una menor satisfacció amb la qualitat de la docència en línia que en el format presencial (Al-Balas et al., 2020; Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Dinh i Nguyen, 2020). Khalil et al. (2020) van assenyalar que els problemes relacionats amb la implementació i la qualitat dels cursos en línia poden esdevenir barreres per l'adquisició de coneixements.

En segon lloc, quan es dissenyen cursos a distància, la docència no es pot transferir simplement d'un entorn presencial a un entorn en línia, sinó que és necessari adaptar correctament el contingut, la pedagogia, la metodologia i la tecnologia al nou format (Aristovnik et al., 2020). L'adaptació de la docència ha generat molt de debat durant la crisi sanitària de la COVID-19 a causa del poc temps en què les classes i els mètodes d'avaluació van haver d'ajustar-se al format en línia (UNESCO i IESALC, 2020). Alguns estudis indiquen que l'alumnat no es va sentir satisfet amb el suport rebut per part del professorat i que els i les estudiants sentien una menor satisfacció amb les classes i els mètodes d'avaluació en comparació amb l'aprenentatge presencial (Alnusairat et al., 2020; Dinh i Nguyen, 2020). Per contra, hi ha estudis en entorns universitaris en què l'alumnat sí que es va mostrar satisfet amb el suport rebut i amb el contingut de les classes en línia (Jacques et al., 2020; Rodríguez-Rodríguez et al., 2020). A l'estudi de Puljak et al. (2020), els i les estudiants van informar que els mètodes d'avaluació i els materials utilitzats a les seves classes durant el confinament es van adaptar correctament a l'aprenentatge en línia. En els casos en els quals l'alumnat es mostra satisfet amb la docència

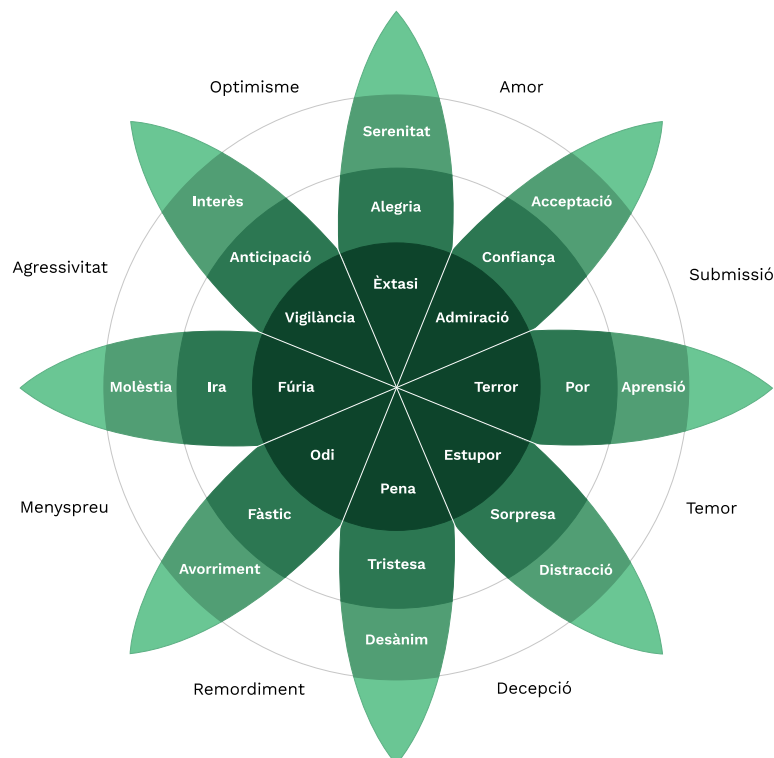
rebuda, és crucial identificar quines bones pràctiques es van dur a terme per part del professorat, contribuint a adaptar correctament les assignatures i brindant una bona experiència acadèmica en línia. Construir recursos educatius oberts i compartir els aprenentatges és imprescindible per tal de reforçar de manera conjunta el sistema educatiu i millorar la qualitat de l'educació a distància proporcionada (United Nations, 2021).

En tercer lloc, el canvi inesperat a l'educació en línia per la pandèmia de la COVID-19 ha fet que la comunitat acadèmica es preguntés si l'alumnat estava preparat per fer les classes des de casa seva i si disposaven de l'espai de treball i l'equipament adequats per a un aprenentatge efectiu. De la mateixa manera que el professorat va disposar de molt poc temps per adaptar les classes al format a distància, els i les estudiants també van disposar d'un temps molt limitat per poder adaptar el seu espai de treball i aconseguir els recursos necessaris per poder seguir les classes a distància correctament. Un espai de treball que no ofereix les condicions adequades representa un factor de risc per a la comoditat, el benestar i el rendiment acadèmic dels i de les estudiants (Baat-Eggen et al., 2017; Hviid et al., 2020; Parvez et al., 2019; Zhong et al., 2019). Durant la situació de pandèmia, alguns estudis han identificat que hi ha estudiants que no han disposat de tots els recursos necessaris per seguir les classes, com disposar d'un ordinador a casa, i que han tingut problemes derivats de l'accés o la connexió a Internet (Al-Balas et al., 2020; Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Aristovnik et al., 2020). A més, els factors ambientals com el soroll, la temperatura i la il·luminació han demostrat tenir un efecte significatiu en el rendiment acadèmic de l'estudiantat universitari durant les classes en línia (Realyvásquez-Vargas et al., 2020). La situació de confinament ha impedit als i a les estudiants anar a biblioteques o sales d'estudi i, en molts casos, ha obligat a compartir els espais del lloc on vivien (Driessen et al., 2020). En diverses investigacions, els i les estudiants van informar que el fet d'haver de seguir les classes des de casa, en un espai que havien de compartir amb altres membres de la família o companys i companyes que també estaven en confinament, va augmentar el soroll de l'ambient, les distraccions i les interrupcions (Gelles et al., 2020; Kyne i Thompson, 2020; Son et al., 2020), problemes que es van associar amb més dificultats per concentrar-se (Amir et al., 2020; Son et al., 2020).

En últim lloc, el canvi forçat a l'ensenyament a distància ha revelat que la tecnologia no pot substituir fàcilment les interaccions presencials en l'espai físic i que el contacte social que succeeix en els campus entre l'alumnat o amb el professorat continuen sent elements centrals en el procés educatiu (United Nations, 2021). Un repte important de l'educació a distància són els sentiments d'aïllament i desconexió a causa de la manca de contacte presencial amb altres estudiants i professors o professores (Mcinnerney i Roberts, 2004). En el context de la pandèmia, aquest factor es fa encara més preocupant, ja que a banda de perdre el contacte presencial amb la resta de l'alumnat i el personal docent, els i les estudiants es trobaven en una situació de confinament domiciliari i fins i tot aïllament social a causa de les restriccions establertes per frenar el virus. Tot i que estudis anteriors a la pandèmia de la COVID-19 van indicar que les interaccions són essencials per a la satisfacció de l'estudiantat i tenen un paper decisiu en el desenvolupament acadèmic dels i de les alumnes (Arbaugh, 2000; Hong, 2002; Mcinnerney i Roberts, 2004; Piccoli et al., 2001; Sun et al., 2008), les investigacions durant la pandèmia mostren que l'alumnat s'ha sentit menys connectat amb la resta de l'estudiantat i amb el professorat (Al-Balas et al., 2020; Elmer et al., 2020; Puljak et al., 2020; Son et al., 2020) i que la comunicació ha estat més complicada durant la docència en línia (Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Radu et al., 2020; Tang et al., 2020). Aquesta manca de contacte és preocupant, ja que el contacte social i les rutines de socialització formen part de l'experiència diària dels i de les estudiants i poden afectar el seu desenvolupament acadèmic (UNESCO i IESALC, 2020). En algunes investigacions, una connexió més gran amb la comunitat acadèmica s'ha relacionat amb una major autoeficàcia i compromís i amb un menor estrès acadèmic (Luan et al., 2020; Procentese et al., 2020).

A banda d'aquests factors, el benestar social i emocional de l'alumnat així com la seva salut mental han generat gran preocupació durant l'aïllament i la reducció de les activitats socials a causa de la pandèmia (United Nations, 2021). Estudis anteriors a la COVID-19 ja van informar dels efectes psicològics negatius que el confinament pot causar a les persones (Blendon et al., 2004; Cava et al., 2005). La quarantena sovint es descriu com una experiència desagradable que pot implicar incertesa sobre la situació i avorriment (Brooks et al., 2020; Cava et al., 2005). També s'associa amb un malestar psicològic significatiu, símptomes depressius, estrès posttraumàtic i estats emocionals com la ira, la confusió, l'angoixa o la por, entre d'altres (Brooks et al., 2020; Hawryluck et al., 2004). En els estudis realitzats durant el confinament per la COVID-19, els i les estudiants universitaris van informar d'efectes negatius en la seva salut mental com l'augment d'estrès, ansietat i depressió (Aslan et al., 2020; Odriozola-González et al., 2020; Saravanan et al., 2020; Son et al., 2020) i l'aparició d'emocions com la por, la preocupació i l'avorriment (Aristovnik et al., 2020; Son et al., 2020). Malauradament, la majoria d'estudis durant la pandèmia de la COVID-19 sobre l'estat emocional dels i de les estudiants només han examinat estats emocionals negatius i es troben a faltar investigacions amb una perspectiva més global sobre l'estat emocional de l'alumnat universitari incloent també emocions positives per entendre si aquestes han disminuït durant la pandèmia. En l'estudi de les emocions, les teories psicològiques han proposat algunes dimensions per mesurar l'estat emocional de les persones. Una de les més conegudes i utilitzades és la teoria de Plutchik (1994), que presenta vuit dimensions emocionals en parelles oposades. En comparació amb altres teories com la d'Ekman (1992) o la de Parrot (2001), el marc de Plutchik (Figura 7) està ben fonamentat en estudis psicològics, presenta un bon equilibri entre les emocions positives i negatives i ofereix un subconjunt ampli de dimensions emocionals (Wang et al., 2019).

Figura 7. Roda d'Emocions de Plutchik



Nota. Font: "The nature of emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice", Plutchik, R., 2001, *American Scientist*, 89(4), 344-350 (<http://www.jstor.org/stable/27857503>).

Finalment, una de les grans incògnites sobre l'impacte de la COVID-19 són els efectes del confinament prolongat. Tota la població mundial ha estat exposada a un estat d'excepcionalitat generat per la pandèmia que ha requerit la implementació de mesures d'aïllament que han tingut un impacte sense precedents en la vida quotidiana de les persones. Quan aquestes mesures es prolonguen durant un període llarg de temps, pot provocar el que l'Organització Mundial de la Salut ha anomenat fatiga pandèmica, que és l'esgotament mental provocat per una crisi de salut pública i les restriccions que se'n deriven (World Health Organization, 2020). Aquest estat pot afectar la salut mental de qui el pateix, provocant avorriment, desmotivació, alienació i desesperança. Donat que ens trobem davant d'una situació sense precedents, la literatura sobre l'impacte prolongat del confinament és limitada i hi ha poques evidències que revelin si els efectes acadèmics i psicològics són pitjors a l'inici de la pandèmia per la incertesa i desorientació davant d'una situació desconeguda o si poden incrementar-se a mesura que avança a causa de l'esgotament derivat del confinament prolongat (Ausín et al., 2021; Canet-Juric et al., 2020; Cecchini et al., 2021; Gopal et al., 2020; Ramos-Morcillo et al., 2020). També es desconeix si aquest desgast per l'exposició prolongada a la situació d'emergència i l'aïllament pot tenir un impacte en el desenvolupament acadèmic de l'estudiantat, ja que els estudis longitudinals que s'han dut a terme fins al moment sobre la pandèmia de la COVID-19 han estudiat principalment l'impacte en la salut mental.

Malgrat els efectes adversos demostrats que el confinament pot tenir sobre les persones, en casos d'emergència sanitària cal imposar mesures a la població per frenar la propagació de la malaltia. Com que aquestes mesures són sovint inevitables, estudiar quin efecte poden tenir en l'alumnat i identificar quins elements poden minimitzar l'impacte negatiu i els sentiments aversius durant l'aïllament és de gran importància per tal de poder desenvolupar accions de suport i polítiques que ajudin a avançar cap a un futur pròsper.

Importància i beneficis de la investigació durant la crisi sanitària

Aportar noves investigacions que analitzin l'impacte de la docència en línia durant la crisi sanitària de la COVID-19 en els i les estudiants d'enginyeria és important per diversos motius:

La COVID-19 ha generat una situació sense precedents que ha trasbalsat tota la població i ha provocat la interrupció més severa en els sistemes educatius de la història (United Nations, 2021). Com que es tracta d'un fet històric excepcional, es presenten unes circumstàncies i context d'estudi difícilment reproduïbles, per la qual cosa és necessari generar el màxim de coneixement abans no hagi passat. A més, com que és una situació insòlita i molt recent, l'abast que la pandèmia pot tenir en els pròxims anys és incert, i tal com s'ha exposat en l'apartat anterior, la literatura sobre la crisi de la COVID-19 encara és limitada i els resultats de les investigacions sobre el seu impacte en l'estudiantat mostren dades i observacions no consistents i fins i tot contradictòries. Per tant, és necessari aportar més evidència empírica que ajudi a la comunitat científica, a les institucions acadèmiques i al personal docent a entendre com ha afectat la crisi sanitària als i a les estudiants i si aquesta pot suposar alguna barrera o impediment en el seu correcte desenvolupament.

Per altra banda, totes les dades i resultats obtinguts a partir de la investigació durant la pandèmia seran de gran ajuda per si en un futur el món s'enfronta a una situació semblant que requereix el confinament de la població. D'aquesta manera ja no es partirà de zero i es podran avançar certs esdeveniments per preparar millor la transició als sistemes d'aprenentatge en línia i mitigar-ne l'impacte. Els aprenentatges durant la docència no presencial per la COVID-19 també seran d'utilitat en altres situacions d'emergència que malauradament encara són presents en el món en què vivim, com les guerres o els desastres naturals. En moltes d'aquestes situacions l'accés a les

institucions educatives es pot veure limitat, de manera que també es requereix adequar el format en el qual s'imparteix la docència (United Nations, 2010).

Durant la pandèmia, el professorat de tot el món ha hagut d'adaptar la docència al format en línia. En molts casos, això ha requerit l'ús de noves tecnologies i softwares per tal de digitalitzar els continguts i aplicar solucions creatives per adequar les assignatures al nou model (United Nations, 2021). El canvi a l'ensenyament a distància ha fet visible la necessitat de donar suport i preparar millor al personal docent en les habilitats digitals i pedagògiques per a l'aprenentatge a distància mitjançant tecnologies digitals. D'aquest procés se'n poden extreure molts aprenentatges i bones pràctiques que han ajudat als i a les alumnes a fer la transició al model d'educació en línia i que els han permès seguir amb l'aprenentatge malgrat la situació. Identificar i compartir aquests aprenentatges és de vital importància, ja que permet crear una xarxa de suport i ajuda al professorat en el context de la pandèmia i capitalitzar els esforços que s'han dut a terme per trobar solucions innovadores durant el traspàs a la docència en línia (United Nations, 2021). Més enllà de la situació de pandèmia, la digitalització és una tendència global de tots els àmbits socials i econòmics, per la qual cosa tots aquests coneixements seran de gran utilitat per ajudar a les institucions acadèmiques a tendir cap a models més digitals i innovadors.

Per altra banda, tot l'alumnat ha hagut d'assistir a les classes a distància, fins i tot aquells i aquelles que no haurien triat de manera proactiva aquesta modalitat d'aprenentatge. Fins ara, els estudis sobre la docència no presencial, analitzaven l'experiència d'estudiants que havien escollit matricular-se en aquests estudis, per tant, els resultats només oferien la visió d'alumnes amb certa preferència per l'educació en línia. En canvi, el context de pandèmia permet estudiar com és l'experiència en l'educació a distància per tot l'alumnat, fins i tot aquells i aquelles que no tenen un interès especial cap a aquests estudis. Això, pot ajudar a obtenir un punt de vista més crític amb aquesta modalitat d'estudis i identificar elements de millora per la docència no presencial.

A més a més, la situació inesperada generada per la COVID-19 ha obligat a totes les institucions universitàries a adaptar-se a les mesures, independentment del seu àmbit acadèmic. Això ha suposat que molts graus que no s'acostumen a oferir en línia perquè el seu format es basa en l'aplicació pràctica dels coneixements, com és el cas d'algunes titulacions d'enginyeria, s'haguessin d'adaptar forçadament a aquest nou format (Jacques et al., 2020; Radu et al., 2020). Aquest fet insòlit ha permès que la investigació pugui analitzar com ha estat l'adaptació al format en línia d'aquestes carreres que actualment s'ofereixen de manera presencial. Aquestes dades seran de gran utilitat per tal d'afavorir que en un futur aquestes titulacions es puguin oferir en línia.

Promoure l'educació a distància és de gran importància a escala global i està alineat amb l'assoliment dels ODS 4, 5 i 10, ja que promou un model educatiu més obert, democràtic i universal i afavoreix l'accés a l'educació superior per a tothom. Ja abans de la pandèmia, la UNESCO destacava la importància d'oferir un ensenyament universitari a distància de qualitat per facilitar l'aprenentatge des de casa en zones de conflicte i zones remotes, especialment per a nenes, dones, nens i joves vulnerables i altres grups marginats (UNESCO, 2016). Tal com s'indica en la declaració d'Incheon per l'assoliment de l'ODS 4, un sistema d'educació que compti amb el suport de la tecnologia, els recursos educatius oberts i l'educació a distància pot augmentar l'accés, l'equitat, la qualitat i la rellevància dels estudis (UNESCO, 2016). Per altra banda, un ensenyament més obert també ajudarà a reduir la bretxa del que s'ensenyava a les institucions d'educació terciària i permetrà que les universitats puguin millorar el contingut que s'ofereix i promourà la igualtat de coneixement.

Com va dir el secretari general de l'ONU António Guterres en relació amb la pandèmia de la COVID-19: "Hem de convertir la recuperació en una oportunitat real per fer les coses bé pel futur" (United Nations, 2020a).

1.3. Plantejament de la tesi

1.3.1. Objectius de la tesi

L'objectiu de la present tesi és aportar una major comprensió sobre els elements que intervenen en l'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat d'enginyeria quan es troben en situació de risc per determinar com els factors analitzats poden comprometre el seu desenvolupament acadèmic i impedir que es beneficiïn d'una educació equitativa i de qualitat.

D'aquest objectiu general, se'n deriven dos objectius específics (Taula 3). A més, d'acord amb els resultats dels estudis previs exposats en l'apartat anterior, es defineixen les preguntes d'investigació i hipòtesis relacionades amb aquests objectius que es responen en els subseqüents capítols d'aquesta tesi:

Taula 3. Objectius, Preguntes d'Investigació i Hipòtesis de la Tesi

Objectiu 1.	Preguntes d'investigació	Hipòtesis
Entendre com el fet de formar part del grup minoritari d'estudiants nascuts i nascudes a l'estranger en estudis d'enginyeria afecta l'experiència acadèmica i el benestar de l'alumnat.	1.1 L'experiència acadèmica en termes de satisfacció acadèmica, autoestima, discriminació percebuda i intencions d'abandonament és diferent entre l'estudiantat natiu i l'estudiantat nascut a l'estranger?	S'esperen trobar diferències significatives entre els grups per a totes les variables d'estudi. A més, s'explora l'efecte de la interseccionalitat de gènere i nacionalitat.
	1.2 Quins factors prediuen la probabilitat que l'estudiantat nascut a l'estranger tingui la intenció d'abandonar els estudis d'enginyeria?	S'espera que la satisfacció acadèmica, l'autoestima i la discriminació percebuda siguin predictors significatius de les intencions d'abandonament de l'estudiantat nascut a l'estranger.
	1.3 Quins factors principals fan que l'estudiantat nascut a l'estranger se senti discriminat als campus d'enginyeria?	No es pot avançar una hipòtesi concreta per l'escassetat d'investigacions prèvies en el camp. L'estudi busca determinar aquests factors i identificar quins són més freqüents.
Objectiu 2.	Preguntes d'investigació	Hipòtesis
Entendre com el fet d'estar en una situació d'emergència sanitària i confinament afecta l'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat d'enginyeria.	2.1 Com afecten els factors que han intervingut en la docència en línia durant la COVID-19 al desenvolupament acadèmic de l'estudiantat d'enginyeria?	S'espera trobar una correlació positiva entre el desenvolupament acadèmic de l'estudiantat amb la qualitat de la docència, l'adaptació de les classes al format en línia, el contacte amb la resta de l'alumnat i el professorat, i les condicions de l'espai de treball.
	2.2 Com afecta l'exposició prolongada a la situació de crisi i el confinament a l'experiència acadèmica de l'estudiantat?	S'espera trobar una associació entre el temps de confinament i les variables relacionades amb l'experiència acadèmica. La hipòtesi és que l'estudiantat tindrà una pitjor experiència acadèmica al començament del confinament.
	2.3 Com afecta l'exposició prolongada a la situació de crisi i el confinament a l'estat emocional de l'estudiantat?	S'espera trobar una associació entre el temps de confinament i l'estat emocional de l'estudiantat. La hipòtesi és que les emocions negatives seran més fortes a l'inici del confinament i per contra, les positives s'incrementaran a mesura que avanci el temps.

2.4 Com afecta el contacte amb la resta de l'alumnat i el professorat a l'estat emocional dels i de les estudiants?	S'espera trobar una associació entre el contacte i l'estat emocional de l'estudiantat. La hipòtesi és que un major contacte s'associarà amb una disminució de les emocions negatives i un augment de les emocions positives.
2.5 Com han intervingut les variables relacionades amb la docència en línia en el grau de satisfacció de l'alumnat envers el seu aprenentatge?	La hipòtesi és que el suport donat pel professorat i els esforços per adaptar la docència al format no presencial hauran augmentat la satisfacció i aprenentatge de l'alumnat mentre que els problemes generats per la situació de pandèmia i confinament els hauran disminuït.
2.6 Hi ha diferències de gènere en l'impacte que el confinament i la docència en línia han tingut en l'estudiantat d'enginyeria?	No es pot avançar una hipòtesi concreta per l'escassetat d'investigacions prèvies en el camp. Aquest estudi busca determinar si existeixen diferències significatives en funció del gènere.
2.7 Com ha afectat el confinament i la docència en línia al rendiment i les qualificacions de l'estudiantat?	La hipòtesi és que hi ha hagut un empitjorament en el rendiment i les qualificacions de l'estudiantat durant la docència a distància per la COVID-19.

1.3.2. Contribució de la tesi a l'estat de l'art

Aquesta tesi contribueix a la literatura existent sobre l'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat d'enginyeria en situació de risc aportant una nova perspectiva i condicions d'estudi diferents de les que han estat àmpliament estudiades en la literatura anterior. Com que la majoria de recerca en aquest àmbit s'ha dut a terme en institucions dels EUA, la present tesi aporta un nou context i permet analitzar si els resultats obtinguts en les investigacions prèvies són generalitzables a altres poblacions amb una composició i variabilitat diferents.

Per altra banda, els resultats d'aquesta investigació contribueixen a l'assoliment de l'ODS 4, un dels pilars de l'Agenda 2030, ja que s'identifiquen factors i punts clau que cal tenir en compte per tal de poder oferir una educació de qualitat per a tothom. En concret, la tesi contribueix a l'aportació que la UPC fa a l'ODS 4 "Educació de qualitat" i addicionalment a l'ODS 5 "Igualtat de gènere" i l'ODS 10 "Reducció de les desigualtats".

A més, la investigació explora algunes de les qüestions per les quals no hi ha prou evidència en la literatura anterior o no es mostra un consens clar, com l'efecte de la intersecció de les identitats socials en l'experiència acadèmica o l'impacte del confinament prolongat i la fatiga pandèmica en el desenvolupament acadèmic i el benestar de l'estudiantat.

La tesi també aporta un coneixement més profund en el camp d'estudi sobre algunes de les variables analitzades. Per exemple, s'estudia quins contextos i factors específics generen situacions de discriminació en el campus d'enginyeria i quins d'aquests elements són més freqüents i perjudicials per a l'alumnat nascut a l'estranger. Per altra banda, s'amplia l'estudi de l'impacte emocional de la pandèmia utilitzant un rang d'emocions més ampli al que s'ha estudiat fins al moment i analitzant com el contacte amb la resta de l'estudiantat i professorat poden afectar l'estat emocional dels i de les alumnes.

Una contribució rellevant d'aquesta tesi és el recull de bones pràctiques i recomanacions per prevenir i mitigar els afectes de les situacions de risc estudiades. També s'identifiquen accions específiques que es poden dur a terme per donar suport a l'alumnat i millorar la seva experiència acadèmica i benestar.

Finalment, tota aquesta informació permetrà a les institucions educatives d'enginyeria i al personal docent entendre quin és l'estat del seu alumnat i quins elements poden empitjorar el seu desenvolupament acadèmic i ajudarà a definir i prioritzar accions de suport concretes i efectives per poder assolir una educació de qualitat, equitativa i en la que tot l'estudiantat tingui les mateixes oportunitats d'aprenentatge durant els estudis.

1.3.3. Enfocament metodològic

L'enfocament metodològic plantejat en aquesta tesi es basa en l'ús de l'enquesta per a l'obtenció de dades empíriques. La recerca basada en enquestes es defineix com la recollida d'informació d'una mostra d'individus mitjançant les seves respostes a preguntes concretes (Check i Schutt, 2012). Es tracta d'un mètode molt utilitzat en investigacions socials i psicològiques que s'ha convertit en un enfocament rigorós en la investigació en aquest àmbit per descriure i explicar el comportament humà (Ponto, 2015; Singleton i Straits, 2017). L'objectiu principal d'aquest tipus d'investigacions és obtenir informació que descriu les característiques d'una mostra d'individus obtenint el mateix tipus de dades de manera estandarditzada i sistemàtica.

Per a la investigació es van realitzar tres estudis de tipus analític-descriptiu, dos d'ells transversals, recollint les dades en un moment concret, i un de longitudinal, en el que les dades es van obtenir en dos moments de temps diferents. En comparació amb els estudis descriptius que només descriuen una o més variables d'una mostra, en els estudis analítics també es busca quantificar la relació o associació entre diferents variables. Per a l'obtenció de les dades es van desenvolupar tres qüestionaris, que s'inclouen en els Annexos A, B i C de la tesi. Tot i que l'enfocament dels qüestionaris era principalment quantitatiu mitjançant elements i escales classificades numèricament, també es va incloure alguna pregunta oberta per aprofundir en la investigació de certs aspectes. Les preguntes dels qüestionaris, es van basar principalment en escales i elements utilitzats i validats en la literatura prèvia, tot i que també es van dissenyar mesures específiques per aquesta investigació. A més, es van demanar les dades sociodemogràfiques necessàries per caracteritzar la mostra. En un dels estudis també es van utilitzar les dades de les qualificacions dels i de les estudiants per poder aprofundir en l'estudi del seu rendiment acadèmic més enllà de les respostes a l'enquesta.

Els qüestionaris es van elaborar amb Google Forms® i es van enviar per correu electrònic juntament amb l'explicació del propòsit de l'estudi. La distribució es va dur a terme amb l'ajuda del professorat dels graus i assignatures implicades i es va animar als participants a respondre totes les preguntes sincerament d'acord amb les seves opinions. Abans de l'administració, els qüestionaris es van sotmetre a un procés de validació per determinar si les preguntes eren clares, estaven ben formulades i detectar possibles errors en el seu disseny.

Participants

Els estudis es van realitzar a partir d'una mostra voluntària no probabilística d'estudiants matriculats en estudis de la UPC. No es va donar cap incentiu a l'alumnat per participar en l'estudi i es va tenir degudament en compte la protecció de dades personals garantint tant l'anonimat dels participants com la confidencialitat de les dades recollides.

Per al primer estudi transversal sobre la situació de l'estudiantat nascut a l'estranger, es va distribuir un qüestionari a estudiants de l'EEBE matriculats a estudis de grau d'enginyeria. L'EEBE és l'escola amb el nombre més elevat d'estudiants de nacionalitat estrangera i té una taxa d'abandonament superior a la mitjana de la UPC (34,4%) (GPAQ, 2021, 2022b). Pel que fa als estudis sobre la situació d'emergència derivada de la COVID-19, es va comptar amb dues mostres d'estudiants diferents. Per una banda, per l'estudi longitudinal es va distribuir un qüestionari a alumnes de segon, tercer i quart curs matriculats en el Grau d'Enginyeria en Disseny Industrial i Desenvolupament del Producte de l'Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (ESEIAAT). Per altra banda, per l'estudi transversal sobre l'impacte de la pandèmia es va distribuir un altre qüestionari a estudiants de primer curs de l'EEBE matriculats en l'assignatura d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria.

Anàlisi de dades

Les dades quantitatives obtingudes a partir dels qüestionaris es van estructurar etiquetant les variables i codificant les respostes obtingudes. Abans de l'anàlisi, es va comprovar si les dades recollides presentaven valors invàlids, atípics o absents. Per dur a terme l'anàlisi es van utilitzar diferents mètodes estadístics. Per una banda, es van utilitzar tècniques i procediments d'estadística descriptiva per caracteritzar la mostra. En aquest cas es van estudiar elements com la tendència central, la variabilitat i distribució de les dades mostrals. Per altra banda, es van realitzar proves i processos d'estadística inferencial per tal de validar les hipòtesis plantejades mitjançant tècniques com la prova χ^2 quadrat, la prova U de Mann-Whitney (també anomenada prova de suma de rangs Wilcoxon), el coeficient de correlació de Spearman, el coeficient d de Somers, i la regressió logística. En les anàlisis, $p < 0,05$ es va considerar estadísticament significatiu i la mida de l'efecte es va avaluar mitjançant la d de Cohen (Cohen, 1988).

Respecte a les preguntes obertes, com que no es disposava de dades suficients en la literatura prèvia per definir els codis amb els quals categoritzar les respostes, es va utilitzar el mètode abductiu per tal d'identificar-los. En primer lloc, es va analitzar la meitat del conjunt de dades i es va obtenir una llista de codis preliminar. A continuació, es va processar tot el conjunt de dades amb els codis identificats, i la resta de codis van sorgir de manera iterativa mitjançant la comparació constant i afegint codis nous si es trobaven categories no identificades a la llista preliminar.

1.3.4. Estructura de la tesi

Aquesta tesi es presenta com un compendi de publicacions i s'estructura en els següents capítols:

- **Capítol 1.** El capítol actual exposa la introducció a la investigació i recull la revisió de la literatura prèvia en el camp identificant com ha evolucionat el coneixement, quin és l'estat actual i quines llacunes o mancances cal continuar investigant. D'acord amb aquesta revisió, es planteja el propòsit i la contribució de la recerca i l'enfocament metodològic emprat.
- **Capítol 2.** El primer treball que es presenta com a contribució d'aquesta tesi és un article que analitza l'experiència acadèmica i la percepció de discriminació de l'estudiantat nascut a l'estranger en estudis d'enginyeria. Concretament, s'investiguen els factors que poden predir les intencions d'abandonament d'aquests i aquestes estudiants i s'aprofundeix en la investigació sobre les situacions i actors que promouen les discriminacions dins els campus d'enginyeria. En aquest treball es responen les preguntes d'investigació 1.1, 1.2 i 1.3 descrites en l'apartat anterior.
- **Capítol 3.** El segon article analitza de manera longitudinal l'impacte de la crisi sanitària generada per la COVID-19 en alumnes d'enginyeria. La investigació estudia quins efectes han tingut la docència en línia i el confinament prolongat en el temps en l'experiència acadèmica i el benestar dels i de les estudiants. En particular, s'identifiquen els factors associats al desenvolupament acadèmic de l'alumnat i com el contacte amb la comunitat acadèmica pot promoure les emocions positives i reduir les emocions negatives causades per la situació d'emergència. A més, s'identifiquen accions rellevants que s'han dut a terme per part del professorat que han ajudat a l'estudiantat durant la pandèmia. En aquest treball es responen les preguntes d'investigació 2.1, 2.2, 2.3 i 2.4 descrites en l'apartat anterior.
- **Capítol 4.** El tercer article aprofundeix en l'estudi sobre l'impacte en l'aprenentatge de l'estudiantat d'enginyeria durant la COVID-19 a partir de l'anàlisi de la transició al model a distància de l'assignatura d'Expressió Gràfica, una assignatura troncal fonamentada en sessions pràctiques presencials i en la resolució d'exercicis a classe. La investigació proporciona una anàlisi detallada sobre com els diferents elements que intervenen en la docència en línia poden afectar l'aprenentatge dels i de les estudiants. A més, l'estudi aporta una comparativa de les qualificacions acadèmiques de l'alumnat abans i durant la crisi sanitària per poder entendre com aquest impacte s'ha pogut traduir als seus resultats acadèmics. Finalment, l'estudi aporta una valoració sobre les diferències de gènere en l'impacte de la pandèmia en l'àmbit acadèmic i identifica bones pràctiques docents que s'han dut a terme per millorar la qualitat de la docència. En aquest treball es responen les preguntes d'investigació 2.5, 2.6, 2.7 descrites en l'apartat anterior.
- **Capítol 5.** Per acabar, es fa una discussió global dels resultats obtinguts en els treballs, es resumeixen les aportacions més rellevants de la tesi en relació amb els objectius plantejats, i es recullen les bones pràctiques i recomanacions de suport i prevenció de les situacions de risc analitzades. També s'exposen les publicacions recents en el camp d'estudi i les possibles línies d'investigació futures.
- **Annexos A, B i C:** Després de les referències, s'inclouen les enquestes utilitzades com a instruments de mesura en els estudis d'aquesta tesi.

Capítol 2.

Primera publicació

Discriminació percebuda i intencions d'abandonament d'estudiants de grups minoritaris infrarepresentats en els graus d'enginyeria

Resum

Contribució: La present investigació aporta noves evidències sobre els predictors de l'abandonament de l'estudiantat nascut a l'estranger (FB) i les situacions de discriminació que sorgeixen als campus d'enginyeria. **Antecedents:** Els i les estudiants de minories ètniques continuen infrarepresentats a les titulacions d'enginyeria i tenen taxes d'abandonament més altes que els seus companys blancs. La literatura anterior ha assenyalat la discriminació com una possible causa d'aquestes disparitats. Tanmateix, se'n sap poc sobre els factors que desencadenen aquestes discriminacions i fins a quin punt la discriminació pot predir l'abandonament de l'estudiantat. Conèixer aquesta informació ajudarà a les institucions i als governs a establir plans de suport per als i a les estudiants infrarepresentats per tal d'augmentar la seva participació en els graus d'enginyeria. **Preguntes de recerca:** 1) L'alumnat natiu (NB) l'alumnat FB matriculats en graus d'enginyeria difereixen en els seus nivells de satisfacció acadèmica, autoestima, discriminació percebuda i intencions d'abandonament? 2) Quins factors prediuen la probabilitat que els i les estudiants FB abandonin els estudis d'enginyeria? 3) Quins factors principals fan que els i les estudiants FB se sentin discriminats als campus d'enginyeria? **Metodologia:** Una mostra de 602 estudiants de grau d'enginyeria va respondre un qüestionari i es van realitzar estadístiques descriptives i inferencials. **Resultats:** L'estudiantat FB va informar d'una autoestima significativament més baixa que l'estudiantat NB. Contràriament al que s'esperava, l'alumnat FB no van declarar intencions d'abandonament i discriminació percebudes significativament més grans que l'alumnat NB; es discuteixen les possibles raons. La satisfacció acadèmica, l'autoestima i la discriminació percebuda van predir significativament les intencions d'abandonament dels i de les estudiants FB, sent la discriminació percebuda el predictor més fort en els i les estudiants amb més risc d'abandonament. Finalment, l'estudi identifica els motius, situacions i persones més rellevants que causen discriminacions als campus d'enginyeria.

Baltà-Salvador, R., Olmedo-Torre, N., & Peña, M. (2022). Perceived discrimination and dropout intentions of underrepresented minority students in engineering degrees. *IEEE Transactions on Education*, 1-10. <https://doi.org/10.1109/te.2022.3158760>

© 2022 IEEE. Personal use of this material is permitted. Permission from IEEE must be obtained for all other uses, in any current or future media, including reprinting/republishing this material for advertising or promotional purposes, creating new collective works, for resale or redistribution to servers or lists, or reuse of any copyrighted component of this work in other works. DOI: 10.1109/te.2022.3158760

Perceived discrimination and dropout intentions of underrepresented minority students in engineering degrees

Rosó Baltà-Salvador, Noelia Olmedo-Torre, and Marta Peña

Abstract—Contribution: The present research provides new evidence on the predictors of foreign-born students' dropout and the situations of discrimination that emerge on engineering campuses.

Background: Ethnic minority students remain underrepresented in engineering degrees and have higher dropout rates than their White peers. Previous literature pointed out discrimination as a possible cause of these disparities. However, little is known about the factors that trigger these discriminations and to which extent discrimination can predict students' dropout. Knowing this information will help institutions and governments establish support plans for underrepresented students to increase their participation in engineering degrees.

Research Questions: 1) Do native-born and foreign-born students enrolled in engineering degrees differ in their levels of academic satisfaction, self-esteem, perceived discrimination, and dropout intentions? 2) What factors predict the likelihood that foreign-born students would drop out of engineering degrees? 3) What main factors make foreign-born students feel discriminated against on engineering campuses?

Methodology: A sample of 602 undergraduate engineering students answered a questionnaire, and descriptive and inferential statistics were performed.

Findings: Foreign-born students reported significantly lower self-esteem than native-born students. Contrary to what was expected, foreign-born students did not report significantly higher dropout intentions and perceived discrimination than native-born students; possible reasons are discussed. Academic satisfaction, self-esteem, and perceived discrimination were significant predictors of foreign-born students' dropout intentions, with perceived discrimination being the strongest predictor in students most at risk of dropping out. Finally, the study identifies the most relevant reasons, situations, and people causing discrimination on engineering campuses.

Index Terms—Discrimination, Dropout intentions, Engineering education, Inclusion, Underrepresented minority

I. INTRODUCTION

STUDENTS from ethnic minority groups are widely underrepresented in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) majors. Although ethnic minorities have made enormous progress in education and increased their

participation in the labor force over the last few years, certain scientific disciplines remain overwhelmingly White, such as engineering [1]. Increasing and diversifying participation in engineering is an issue of international concern, a fundamental element of equality policies, and a key point of the Sustainable Development Goals (SDG) set by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) in the 2030 Agenda [2]. This underrepresentation contributes to ethnic disparities in income and opportunities, as engineering professions are among those with the highest salaries and job growth [3]. Moreover, achieving a greater representation of minority students in engineering will help to increase the visibility and exposure of role models for future generations. Various studies indicate that having role models with which individuals feel identified favors their interest and participation in these fields [4]. In addition, learning in a diverse environment is of great importance for the academic development of all students since it promotes critical and innovative thinking and encourages problem-solving [5].

Despite the efforts made to promote the participation of underrepresented minority (URM) students in engineering degrees, disparities persist among students according to their origins [6]. Since this problem persists worldwide and prevents equality from being achieved in the engineering workforce, extensive research is needed to identify the factors that cause these disparities and make it more challenging for minority students to obtain a degree in engineering. Therefore, the present study investigates the differences in students' academic experience in engineering degrees based on their nationality and determines the factors related to minority students' dropout intentions.

II. THEORETICAL FRAMEWORK

The under-representation of minority students in engineering degrees has been linked to students' dropout. Previous literature has shown concern about the high dropout rate of URM students in engineering degrees, which is much higher than for their White peers [7], [8]. The recent study by Whitcomb and

This paragraph of the first footnote will contain the date on which you submitted your paper for review. It will also contain support information, including sponsor and financial support acknowledgment. For example, "This work was supported in part by the U.S. Department of Commerce under Grant BS123456."

The next few paragraphs should contain the authors' current affiliations, including current address and e-mail. For example, F. A. Author is with the

National Institute of Standards and Technology, Boulder, CO 80305 USA (e-mail: author@boulder.nist.gov).

S. B. Author, Jr., was with Rice University, Houston, TX 77005 USA. He is now with the Department of Physics, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523 USA (e-mail: author@lamar.colostate.edu).

T. C. Author is with the Electrical Engineering Department, University of Colorado, Boulder, CO 80309 USA, on leave from the National Research Institute for Metals, Tsukuba, Japan (e-mail: author@nrim.go.jp).

Singh [8] showed that URM students abandon most STEM majors more frequently than other students and score lower than their White peers. As Beasley and Fisher [9] pointed out, the lack of minority students graduating from STEM majors is not only due to a lack of initial interest in these careers but also because they drop out before completion. Although academic research has significantly clarified that disparities in student retention arise between ethnic groups, most studies have been conducted with homogeneous samples of ethnic minorities and in institutions from the United States of America (USA) with mainly Black and Latino students. Therefore, the results may not be generalizable to other populations, like the European Union (EU), where the foreign-born population is heterogeneous and composed of different ethnicities from those reported in previous studies [10].

In the literature about the retention of URM students, ethnic discrimination has received particular attention [9], [11]. Engineering is a field with strong gender and ethnic stereotypes that can generate a hostile climate and threaten students who do not fit these stereotypes, intensifying the barriers foreign-born students must overcome to access and graduate in STEM majors and perpetuating racial and gender gaps [12]. Furthermore, these stereotypes can trigger discriminations that might have detrimental consequences on minority students' academic results and pose a risk to their adaptation and development [13]. Previous studies have shown that perceived discrimination within a university environment is associated with a decrease in academic persistence and lower graduation rates [9], [14]–[16].

Although the literature revealed that foreign-born students in engineering degrees are susceptible to discrimination, little is known of when and under what conditions these discriminatory situations occur. In some studies on URM students, the interactions with teachers, peers, and faculty staff were pointed out as situations in which minority students may be treated unfairly and even detrimentally, affecting their educational experience and persistence [7], [17]–[19]. Previous research also revealed that racial discriminations occur in academic and social spaces in the campus environment, for example, when being intentionally chosen last in a laboratory group because of ethnicity, receiving lower grades than deserved, or being excluded from activities because of race [14]. Although identifying these situations is essential to intervene and create supportive actions, the research corpus that has tried to identify specific situations of discrimination against ethnic minority students in engineering degrees is surprisingly small.

Moreover, previous research noted that perceived discrimination could harm URM students' self-esteem and academic satisfaction [20]–[22]. Self-esteem is defined as the positive or negative attitude towards oneself and the evaluation of one's thoughts and feelings in relation to oneself [23]. Some scholars argued that ethnic minority students had lower self-esteem due to stereotyping pressure and have found an inverse relationship between discrimination and self-esteem, so the more discrimination is experienced, the lower self-esteem a person possesses [20]. However, little is known about the relationship between minority students' self-esteem and their

intentions to drop out of engineering degrees. Furthermore, studies on academic satisfaction showed that frequent exposure to school-based discrimination led to low college satisfaction [21], being URM students those who have the lowest academic satisfaction [22]. Previous research provided evidence on the relationship between satisfaction and persistence in samples of engineering students from various ethnicities [15], [24], revealing that satisfaction had a bidirectional relationship with student persistence in all ethnic groups. However, other studies found a non-significant relationship between satisfaction and students' persistence [25], so more research is needed to understand whether there is a relationship between academic satisfaction and self-esteem in the dropout intentions of minority students.

Furthermore, a knowledge gap still exists regarding the intersectionality of gender and race stereotypes in STEM majors. Women belonging to ethnic minorities are one of the most underrepresented groups in engineering degrees [26]. It is of great concern if the intersection of social identities makes women from ethnic minorities more vulnerable in engineering academic environments and more exposed to experience hostile climates, which can foster their burnout throughout the learning process [11], [26]. However, it is still unclear how the intersection of stereotyped social identities affects these students and whether an additive effect exists on the stereotypes generated by the intersection of gender and nationality. Beasley and Fischer [9] found that although ethnic minorities experienced stereotype threat more strongly than Whites, women did not suffer from stereotype threat more than men. Similarly, in the study by Else-Quest et al. [27], male students reported more positive math self-concept and higher expectations of success than female students, but no significant differences were found across ethnic groups. Future research should provide new data to help determine how the intersection of social identities operates in URM female students in potentially threatening environments, such as engineering degrees.

III. THE PRESENT STUDY

Against this background, the current study explores the differences between native students and students from foreign nationalities and analyzes the role that academic satisfaction, self-esteem, and perceived discrimination play in the dropout intentions of minority students enrolled in engineering degrees. In addition, this study will provide new empirical data on the factors involved in discrimination against minority students on university engineering campuses. This information will benefit the design and implementation of support actions to reduce discrimination in higher education institutions, fostering the inclusion of URM students and increasing their representation in the long run. Moreover, due to the dearth of literature examining the underrepresentation of minority students in heterogeneous populations with diverse samples of ethnic groups, this study will help broaden the knowledge about underrepresented students in engineering degrees in other populations than those studied so far.

Given the above research evidence, this study addresses the

TABLE I
ACADEMIC AND PERSONAL CHARACTERISTICS OF THE PARTICIPANTS

Baseline characteristic	<i>n</i>	%
<i>Gender</i>		
Male	450	74.8%
Female	152	25.2%
<i>Place of birth</i>		
Western Europe	394	65.4%
Latin America	110	18.3%
Asia	42	7.0%
Africa	30	5.0%
Eastern Europe	24	4.0%
Oceania	2	0.3%

Note. *N* = 602.

following research questions:

- 1) Do native-born (NB) and foreign-born (FB) students enrolled in engineering degrees differ in their levels of academic satisfaction, self-esteem, perceived discrimination, and dropout intentions? The initial hypotheses were that there would be significant differences between groups for all dependent variables [8], [9], [13], [20]–[22]. The present study seeks to identify these differences and explores the effect of the intersectionality of gender and nationality.
- 2) What factors predict the likelihood that FB students would drop out of engineering degrees? Based on the literature, the initial hypothesis was that academic satisfaction, self-esteem, and perceived discrimination would significantly predict FB students' dropout intentions [9], [14]–[16], [24].
- 3) What main factors make FB students feel discriminated against on engineering campuses? A specific hypothesis cannot be advanced due to the scarcity of previous research in the field. This study aims to determine these factors. If they can be identified precisely, it would be possible to adopt measures to cease ethnic discrimination on engineering campuses and offer a more welcoming environment for URM students.

IV. METHOD

A. Participants

The current research was carried out at the Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC), Spain, a public university in engineering, architecture, science, and technology, and drew from a sample of students enrolled in engineering degrees. Of the students who were contacted, 602 students answered the questionnaire meeting the intended sample size based on a confidence level of 95% and a margin of error of 5%. The survey's response rate was 54%. Participants were self-selected, and no incentive was given to students to participate in the study. Personal data protection was duly taken into account, ensuring that all recipients agreed to receive communications. Both anonymity of the participants and confidentiality of the collected data was guaranteed. Table I summarizes the demographic characteristics of the students participating in the study. The exclusion criteria for the present research was that participants had to be students enrolled in

undergraduate engineering degrees at the Barcelona East School of Engineering (EEBE) of the UPC, and only students who met these criteria were invited to participate.

B. Measures

A questionnaire was designed for this study with measures derived from previous literature and adapted to fit the research context. Students' academic satisfaction was measured using a single item drawn from Ramsden [28]. Participants were asked to indicate how satisfied they were with their engineering degrees on a 4-point scale (1 = Not satisfied to 4 = Very satisfied). Students' dropout intentions were also measured using a single item based on Bunker et al. [29], and participants had to indicate if they had thought about changing or leaving their engineering degrees on a 4-point scale (1 = Never to 4 = Very often). The Rosenberg self-esteem scale (RSES) [23] was adapted to measure students' self-esteem, using a set of four items (e.g., I am generally satisfied with myself) scored on a 4-point scale (1 = Strongly disagree to 4 = Strongly agree). Cronbach's alpha calculated for the scale showed adequate reliability ($\alpha = .81$). Finally, perceived discrimination was assessed with a set of five items adapted from Pachter et al. [30]. Participants were presented with six experiences of discrimination (e.g., I have not been treated with the respect I deserved), and they had to indicate if any of the situations had happened to them on a 4-point scale (1 = Never to 4 = Very often). The Cronbach's alpha of the scale showed adequate reliability ($\alpha = .72$). Moreover, students were asked to indicate why they thought they were discriminated against (e.g., My ethnicity), a question inspired by D'hondt et al. [31]. In addition, two questions designed for this study about the situations in which these discriminations occurred (e.g., In group work) and the people that made them feel discriminated against (e.g., Peers) were included.

C. Procedure

Participant recruitment and measure completion occurred during the second semester of the 2019-2020 academic year. The questionnaire drawn with Google Forms© was sent by email by the authors of this research and faculty members together with a motivational letter explaining the purpose of the study. Participants were encouraged to answer all the questions according to their opinions. Before the administration, the questionnaire was submitted to a validation process to identify whether it omitted some question areas, determine whether the questions were clear and well-formulated, and detect possible errors in its design.

For the analysis, students' place of birth (POB) was transformed into a dichotomous variable. Since the study examines whether students suffer discrimination based on their nationality, those born in Western Europe, less prone to suffer from ethnic-racial stigma, were considered to belong to the majority group of students and were categorized as NB students. In contrast, those born in other regions were categorized as FB students. Preliminary analyses were performed to ensure no violation of the assumptions and assess missing values and outliers. Descriptive statistics and frequency

TABLE II
DESCRIPTIVE STATISTICS AND MANN-WHITNEY U TEST RESULTS BY STUDENTS' PLACE OF BIRTH

Variable	Native-born ^a		Foreign-born ^b		U	z	p	r
	M	SD	M	SD				
Academic satisfaction	2.78	0.61	2.71	0.60	37554	-1.75	.080	.072
Self-esteem	3.06	0.54	2.94	0.68	36506	-2.04	.042	.083
Perceived discrimination	1.32	0.38	1.38	0.43	38310	-1.15	.249	.047
Dropout intentions	2.03	0.88	2.02	0.94	39754	-0.43	.666	.018

Note. N = 598. Range = 1-4 for each variable.

^an = 390. ^bn = 208.

TABLE III
DESCRIPTIVE STATISTICS AND MANN-WHITNEY U TEST RESULTS BY FOREIGN-BORN STUDENTS' GENDER

Variable	Foreign-born male ^a		Foreign-born female ^b		U	z	p	r
	M	SD	M	SD				
Academic satisfaction	2.74	0.63	2.65	0.54	4372	-1.09	.274	.076
Self-esteem	3.03	0.69	2.74	0.62	3404	-3.36	.001	.233
Perceived discrimination	1.35	0.39	1.45	0.50	4458	-0.76	.447	.053
Dropout intentions	1.94	0.83	2.18	1.11	4372	-1.02	.308	.071

Note. N = 208. Range = 1-4 for each variable.

^an = 140. ^bn = 68.

TABLE IV
DESCRIPTIVE STATISTICS AND MANN-WHITNEY U TEST RESULTS BY WOMEN STUDENTS' PLACE OF BIRTH

Variable	Native-born female ^a		Foreign-born female ^b		U	z	p	r
	M	SD	M	SD				
Academic satisfaction	2.86	0.64	2.65	0.54	2260	-2.64	.008	.214
Self-esteem	2.92	0.53	2.74	0.62	2444	-1.55	.122	.126
Perceived discrimination	1.40	0.39	1.45	0.50	2796	-0.23	.820	.019
Dropout intentions	2.21	0.89	2.18	1.11	2668	-0.75	.451	.061

Note. N = 152. Range = 1-4 for each variable.

^an = 84. ^bn = 68.

TABLE V
INTERCORRELATIONS FOR STUDY VARIABLES BY STUDENTS' PLACE OF BIRTH

Variable	1	2	3	4
1. Academic satisfaction	-	.143**	-.204***	-.331***
2. Self-esteem	.352***	-	-.114*	-.359***
3. Perceived discrimination	-.260***	-.249***	-	.222***
4. Dropout intentions	-.380***	-.460***	.296***	-

Note. N = 598. The results for the native-born students (n = 390) are shown above the diagonal. The results for the foreign-born students (n = 208) are shown below the diagonal.

*p < .05. **p < .01. ***p < .001.

analyses were used to describe the sample. Mann-Whitney U test was conducted to assess the first research question on the differences between FB and NB students and to evaluate the intersectionality of gender and nationality in female FB students. To answer the second research question on how academic satisfaction, self-esteem, and perceived discrimination can predict students' dropout intentions, Spearman's correlation coefficient was calculated to explore the relationships between the variables, and a multinomial logistic regression was performed to analyze to which extent the study variables predicted students' dropout intentions. Finally, the chi-square test for independence was performed to answer the third research question and determine the factors that made FB students feel more discriminated against. In the analyses, $p < 0.05$ was considered statistically significant, and Cohen's d [32] was used to assess effect sizes and strength of correlations according to Pallant [33].

V. RESULTS

The initial data set of 602 participants was evaluated for missing data and outliers. After the deletions of 4 extreme outliers, the final data set consisted of 598 participants. No missing values were found due to the compulsory completion of questions. No participant was excluded as all respondents met the criteria to participate in the study. The data also met the assumptions of the statistical approach, such as independence of observations and multicollinearity [33].

Table II indicates that FB students felt significantly lower self-esteem than NB students, with a very small effect size. No significant differences were found regarding students' academic satisfaction and perception of discrimination. Moreover, both groups' dropout intentions were similar, without significant differences observed.

Regarding the intersection of gender and nationality, FB

TABLE VI
MULTINOMIAL REGRESSION COEFFICIENTS FOR STUDY VARIABLES PREDICTING STUDENTS' DROPOUT INTENTIONS BY STUDENTS' PLACE OF BIRTH

Variable	Native-born ^a					Foreign-born ^b						
	B	SE	p	OR	95% CI for OR		B	SE	p	OR	95% CI for OR	
					LL	UL					LL	UL
<i>Dropout = Occasionally</i>												
Intercept	6.69	1.29	.000				5.25	1.82	.004			
Academic satisfaction	-0.83	0.26	.001	0.44	0.27	0.72	-0.90	0.38	.018	0.41	0.19	0.86
Self-esteem	-1.45	0.28	.000	0.23	0.14	0.40	-1.61	0.40	.000	0.20	0.09	0.44
Perceived discrimination	0.71	0.37	.057	2.03	0.98	4.19	2.05	0.63	.001	7.80	2.28	26.69
<i>Dropout = Often</i>												
Intercept	7.07	1.67	.000				5.11	2.24	.022			
Academic satisfaction	-1.31	0.33	.000	0.27	0.14	0.51	-0.54	0.51	.292	0.58	0.21	1.59
Self-esteem	-1.71	0.37	.000	0.18	0.09	0.38	-2.15	0.49	.000	0.12	0.05	0.31
Perceived discrimination	1.01	0.46	.028	2.75	1.12	6.80	1.62	0.77	.034	5.06	1.13	22.78
<i>Dropout = Very often</i>												
Intercept	10.28	1.89	.000				8.21	2.43	.001			
Academic satisfaction	-2.03	0.37	.000	0.13	0.06	0.27	-2.21	0.61	.000	0.11	0.03	0.36
Self-esteem	-2.29	0.45	.000	0.10	0.04	0.25	-2.35	0.52	.000	0.10	0.04	0.26
Perceived discrimination	0.83	0.55	.132	2.29	0.78	6.73	2.47	0.77	.001	11.87	2.65	53.16

Note. $N = 598$. CI = confidence interval; OR = odds ratio; LL = lower limit; UL = upper limit. Reference category = Never.

^a $n = 390$. ^b $n = 208$.

TABLE VII
FREQUENCIES AND CHI-SQUARE RESULTS FOR DISCRIMINATION FACTORS

Variable	Native-born ^a		Foreign-born ^b		$X^2(1)$	p
	n	%	n	%		
<i>Reasons</i>						
Ethnicity	8	2.1%	28	13.5%	29.23	.000
Physical appearance	8	2.1%	20	9.6%	15.74	.000
Skin color	0	0.0%	10	4.8%	16.26	.000
Gender	8	2.1%	10	4.8%	2.65	.104
Way of dressing	10	2.6%	2	1.0%	1.05	.305
Sexual orientation	2	0.5%	0	0.0%	0.09	.771
<i>Situations</i>						
Classes	30	7.7%	28	13.5%	4.52	.034
Group work	22	5.6%	18	8.7%	1.52	.218
Evaluations	10	2.6%	8	3.8%	0.38	.534
Administrative procedures	2	0.5%	12	5.8%	14.18	.000
Leisure time	26	6.7%	16	7.7%	0.09	.765
Extracurricular activities	10	2.6%	2	1.0%	1.05	.305
<i>People</i>						
Peers	50	12.8%	32	15.4%	0.55	.457
Teachers	14	3.6%	32	15.4%	24.94	.000
Administrative staff	2	0.5%	12	5.8%	14.18	.000

Note. $N = 598$.

^a $n = 390$. ^b $n = 208$.

women reported significantly lower self-esteem than FB men (Table III), with a small effect size. However, the differences were not significant for academic satisfaction, perceived discrimination, and dropout intentions between male and female foreign-born students. Compared to NB women (Table IV), FB women reported significantly less academic satisfaction, with a small effect size. No significant differences were found in self-esteem, perceived discrimination, and dropout intentions between NB and FB women.

All correlation coefficients between the study variables were statistically significant (Table V). Students' dropout intentions had a medium correlation coefficient with academic satisfaction and self-esteem for NB and FB students. Perceived discrimination had a small correlation coefficient also for both groups of students. According to the results, students with lower

levels of academic satisfaction and lower self-esteem reported higher dropout intentions. Also, students with higher levels of perceived discrimination reported higher dropout intentions.

Multinomial logistic regression was performed to assess the impact of academic satisfaction, self-esteem, and perceived discrimination on the odds that FB and NB students would report that they had considered dropping out. The model represented a significant improvement in fit over the null model for both NB ($X^2(9, n = 390) = 102.14, p = .000$) and FB ($X^2(9, n = 208) = 94.75, p = .000$) students. Regarding FB students, the three independent variables made a significant contribution to the model, so that academic satisfaction ($X^2(3, n = 208) = 15.91, p = .001$), self-esteem ($X^2(3, n = 208) = 32.42, p = .000$), and perceived discrimination ($X^2(3, n = 208) = 14.91, p = .002$) were significant predictors of their dropout intentions. In the

case of NB students, academic satisfaction ($X^2(3, n = 390) = 36.57, p = .000$) and self-esteem ($X^2(3, n = 390) = 43.50, p = .000$) were significant predictors of dropping out intentions, while perceived discrimination ($X^2(3, n = 290) = 5.688, p = .128$) did not contribute significantly to explain the model.

For a more detailed examination of the results, it is crucial to pay attention to those students most at risk of abandoning their degrees, which were those who reported having thought very often about dropping out. As indicated in Table VI, perceived discrimination was the strongest predictor of the dropout intentions of FB students who reported thinking very often about dropping out. A worrying finding was that, for every unit increase on perceived discrimination, FB students' odds of having thought very often about dropping out of their courses were 11.87 times higher than those who never thought of dropping out. Moreover, for every unit increase in academic satisfaction and self-esteem, the odds that FB students thought very often about dropping out decreased by a factor of 0.11 and 0.10, respectively. On the contrary, for NB students who reported having thought very often about abandoning their degrees, there was no significant difference in the likelihood of thinking about dropping out based on their perceived discrimination.

Table VII shows the main reasons why students felt discriminated against. FB students reported ethnicity, physical appearance, and skin color as the main reasons for discrimination and indicated that these discriminations mainly occurred in academic activities, especially in classes and group work activities. In addition, FB students pointed out to peers and teachers as the ones that made them feel discriminated against the most. Regarding the differences between FB and NB students, FB students were more likely to feel discriminated against by ethnicity, physical appearance, and skin color compared to NB students. Moreover, FB students were more likely to feel discriminated against by teachers and within the classes than NB students. Finally, FB students were more likely than NB students to feel discriminated against by administrative staff and in administrative procedures than NB students.

VI. DISCUSSION

The present study examines how minority students feel on engineering academic campuses and what variables predict their intentions of dropping out. The results provide novel information and extend prior knowledge on the retention of URM students in engineering degrees.

Regarding the first research question on the differences between students based on their POB, FB students felt significantly lower self-esteem than NB students. This information places self-esteem as a critical variable for subsequent studies on the academic experience of minority students on engineering degrees and a relevant element to take into account in the inclusion policies of higher education institutions.

Unexpectedly, the perception of discrimination was not significantly different between FB and NB students. Since previous studies have warned about the coping strategies that stigmatized groups have to face discrimination and prejudice, it

should not be assumed that there is no discrimination on campus. Coping strategies refer to cognitive, behavioral, and emotional efforts one uses to manage stressful or unpleasant situations [34]. They act as a mediator between stressful events such as ethnic discrimination and stress responses. For example, some strategies to protect oneself from discrimination are behavioral disengagement [35], acceptance [36], denial or avoidance [37], [38], and self-blaming [39]. One coping strategy that has received great attention in academic settings is self-segregation. Minority students can self-segregate in safer intragroup contexts to reduce the negative experience of deprivation [40], isolating themselves into ethnically homogeneous and safer groups to protect themselves from the discriminatory environment [41]. Although this segregation may help them reduce their perception of discrimination, it can also have relevant drawbacks. In the first place, it makes it impossible for students to benefit from the advantages provided by a diverse academic environment, such as critical and innovative thinking and the opportunity to solve problems from different perspectives and points of view [5], vital skills in the field of engineering. On the other hand, as Levin et al. [42] pointed out, students with more outgroup friends in college are more likely to have positive ethnic attitudes at the end of college. In contrast, when people share similar views and attitudes and isolate themselves from other groups with different attitudes and ideas, this isolation strengthens beliefs that the group's views are correct and are viewed as normative, leading to more negative ethnic attitudes. In turn, this will lead to an engineering workforce with professionals less respectful towards people from different origins, ethnic groups, and social identities. Therefore, future research on perceived discrimination by URM students in engineering campuses should consider the coping strategies that students may be using to protect themselves from discrimination to determine if they may be influencing or even hiding students' perceptions of discrimination.

Contrary to what was expected and unlike previous research [7], [8], FB students did not report greater intentions to drop out than their NB peers. Some previous studies indicate that this may happen because ethnic minority students must overcome more barriers and work harder to access engineering degrees than their White peers due to the stereotype threat [9]. This effort can make minority students who do succeed in enrolling in these degrees more appreciative of being engineering students and have less intention of dropping out when they have a setback [43], [44].

About the intersectionality of social identities, FB female students reported lower self-esteem than FB men and lower academic satisfaction than NB women. However, no significant differences were found regarding the other variables analyzed in this study. These results suggest that the intersection of gender and nationality was not cumulative in the sample of this study and support the theories affirming that the impact of the multiple social identities cannot be measured simply by adding its parts, but that when two or more social identities intersect, they produce unique experiences that have to be studied individually to understand how they operate simultaneously [9].

Furthermore, contrary to what was expected, FB women did not show a significantly higher perception of discrimination than NB women. As NB women are underrepresented in engineering degrees, they are also vulnerable to discrimination. However, nationality was not a statistically significant factor affecting women's perception of discrimination. This finding may be explained by the awareness of the gender stereotype. When women are more aware of their gender stigma, they have a greater sensitivity to identify signs of discrimination and gender bias, making them more likely to detect subtle threats and attribute them to sexism than women with less awareness of gender stigma [45]. Future research may validate this assumption by adding a measure on gender stigma consciousness to compare stereotype awareness between both groups of women and analyze whether there is a relationship between women's awareness, nationality, and perception of discrimination.

In line with previous research [9], [14]–[16], [24], the results of the correlations provide supporting evidence that FB students' dropout intentions are related to students' academic satisfaction, self-esteem, and perceived discrimination. In answering the second research question, the results indicate that academic satisfaction, self-esteem, and perceived discrimination significantly predicted the intentions to drop out of FB students. A relevant finding of this study is that the perception of discrimination emerged as a significant predictor of dropout intentions for FB students but not for NB students. This suggests that the reasons for student dropout based on students' nationality may differ. Moreover, perceived discrimination was the strongest predictor of the intentions to drop out of FB students with the highest risk of abandoning their degrees. This result places the discrimination that foreign-born students perceive in engineering degrees as a critical risk factor for academic persistence and reinforces the importance of considering the influence of discrimination in the universities' retention and equality policies.

Furthermore, this study identifies the factors that make FB students feel discriminated against on academic engineering campuses. Given that perceived discrimination poses a risk to the retention of FB students, this information will provide critical insight to inform the design of further actions to prevent URM students from dropping out of their degrees. Regarding the reasons that made students feel discriminated against, FB students were more likely to perceive discrimination based on their ethnicity, physical appearance, and skin color than NB students. This finding implies that ethnic and racial discrimination is still a worrying element in STEM academic campuses. Therefore, universities and educational systems must identify, prevent and intervene against these prejudices and demonstrate institutions' commitment to challenging all forms of racism and discrimination.

In line with previous studies [31], these discriminations occurred primarily within the classroom. Moreover, FB students felt significantly more discriminated against in administrative procedures than their NB peers. This evidence highlights the need for academic institutions to achieve greater inclusion levels in the classroom and on campus in general.

Instructors must have effective teaching strategies to foster the right climate for productive conversations and interactions during classes. To this end, it is necessary to ensure that teachers are trained and have tools to structure cooperative learning activities within the classroom and address issues related to diversity and culture [20] so that minority students do not feel left out. Furthermore, the interactions with the academic staff seem to have a significant role in FB students' perceived discrimination, though it has received little attention in the previous literature. Future research must delve into what interactions URM students have during academic procedures and why they are more likely to feel discriminated against in these situations than their native peers in order to design specific actions.

Of interest is also the finding that extracurricular activities and leisure time did not emerge as environments in which FB students felt particularly discriminated against compared to NB students. One interpretation of these findings is that as minority students can choose whom to interact with within these contexts, it can make these environments safer for them. In contrast, during classes where students generally cannot choose their group mates or peers, FB students feel more threatened. This assumption relies on the self-segregation theories [40], [41] and is aligned with previous studies on segregation and alienation on university campuses [46]. Although this segregation is detrimental and generates ethnically separate learning communities, it is one of the strategies that underrepresented students have to deal with the hostile environment in which they find themselves. According to the results of this study, it will be essential for academic institutions to promote interethnic relations between students in all spaces on the academic campus, such as extracurricular activities and leisure moments, and not focus the actions only during classes, in order to create a more inclusive and strong community.

Regarding the people who made students feel discriminated against, FB students were more likely to feel discriminated against by teachers and administrative staff than NB students. Although previous studies that analyzed the discrimination perceived by URM students already pointed to peers, professors, and administrative staff [7], [11], [17], this study provides novel information on the differences between native-born and foreign-born students. A significant result of this study is that FB students pointed out to other students and teachers in the same proportion as people who made them feel discriminated against. In contrast, the proportion of NB students who felt discriminated against by their teachers was much lower. This finding poses ethnic discrimination within the university as a structural and institutional problem, including college professors and staff. It is of particular concern since teachers should be supportive people for minority students with whom they could feel safe. In addition, the asymmetric power relationship between teachers and their students makes differential treatment across students especially concerning as it can have a tremendous impact on students' educational careers and leaves them in a very vulnerable position [47]. According to previous literature, teachers' ethnic discrimination most likely operates in a subtle way, influenced

by the implicit stereotypes that lay on individuals' subconsciousness. This prejudice is not usually shown itself in overt actions, but it may do so more subtly, for example, in expectations not held or encouragement not given to URM students [48]. Therefore, the first action to prevent these discriminations is to raise awareness to university teachers and academic staff on the situations of discrimination that minority students face in engineering campuses, especially those in which they are involved as in classes and administrative procedures.

Moreover, previous research argued that the lack of diverse faculty and academic staff on predominantly White STEM campuses could make students of color more likely to feel excluded and isolated and report fewer supportive relationships from their professors and the institution [17]. Conversely, when the URM student and teacher share the same cultural values, it is associated with more positive student-teacher relationships and more favorable teacher evaluations [18]. Therefore, engineering institutions should increase the ratio of teachers and academic staff belonging to minority groups, such as women and URM students, to help them feel more represented and have people within the university they feel they can rely on. Moreover, having more diverse faculty members can encourage minority students to report the prejudice and discrimination they experience, as they may feel more comfortable communicating with people whom they feel better understand them, possibly due to shared cultural values and beliefs [49].

Finally, there is a dearth of research on the impact of ethnic discrimination by teachers on minority students' retention and academic development. The few studies that have analyzed it showed that more experiences with ethnic teacher discrimination are related to lower self-esteem [50], [51] and can undermine students' academic motivation [52]. Further research can expand the findings of this study identifying the specific contribution of perceived discrimination from teachers to the academic development and dropout intentions of URM engineering students. Moreover, as these discriminations can be based on subtle actions, this field of research would benefit from a mixed-methods approach to provide a better understanding and yield a more complete picture of the prejudicial treatment URM students can experience on engineering campuses.

VII. LIMITATIONS AND FUTURE WORK

Though this study provides valuable information on the retention of minority students in engineering degrees, the findings need to be interpreted in light of some limitations.

First, participants were recruited from a single engineering school. Although the sample is representative of the college from which the data were drawn, it can be a limitation in generalizing the results to all engineering degrees or other higher education institutions.

Secondly, FB students have been analyzed as a whole group without making distinctions between different ethnicities or POBs. Although significant results have been found comparing FB and NB students, the sample lacked statistical power to examine FB students from different nationalities separately.

Previous studies indicate that when minorities from different ethnicities are analyzed individually, relevant differences can be observed between ethnic groups [11], [44], [45]. As a result, the relationships found may not accurately represent different nationalities or ethnic groups individually. In addition, the NB student group is itself a diverse group comprising people from diverse sexual identities, genders, social classes, and other aspects of identity that may intersect. These minority groups can also suffer from stereotype threats and discrimination in STEM campuses [19], [53], so future research should consider analyzing these groups separately. Furthermore, students were categorized into FB or NB based on their place of birth. Those born in the country where the study was carried out and in nearby regions were considered NB students since the stigma they suffer is minimal or even non-existent compared to students from more distant and stigmatized nationalities. However, there may be second-generation immigrants belonging to ethnic minorities in the group of NB students, and students born outside the NB region may be White or from non-stigmatized ethnic groups. In order to do a more exhaustive study on ethnic minorities, it would be necessary to ask students about their ethnic or racial group or their physical characteristics such as skin color in further studies. However, it should be taken into account that it can be sensitive information to ask, which can discourage students from answering the questionnaire or create a predisposition in the responses.

Third, the study was conducted using a questionnaire, so the measurements were based on self-reported students' perceptions. However, perceptions do not always match reality. For example, while students may have indicated having thought about dropping out, the reality of students who end up abandoning their degrees may be different. Therefore, the findings of this study could be further validated by comparing the results with the actual dropout data of the students.

Finally, the study focused on analyzing the contribution of the variables of academic satisfaction, self-esteem, and perceived discrimination in the dropout intentions of foreign-born students in engineering degrees. Although the literature suggests that these variables are especially relevant for understanding the retention of minority groups in STEM majors, the variables that intervene in students' educational process are numerous, so future research could include other variables such as the stigma consciousness or the coping strategies to expand the findings of this study.

VIII. CONCLUSION

Despite the efforts of the engineering community, the struggle to increase ethnic diversity in engineering degrees continues. Although previous literature pointed out that URM students may experience discrimination on university campuses, the number of studies that explore the influence of discrimination on minority students' dropout and identify the specific situations of discrimination in engineering campuses is surprisingly small. The findings of this study highlight that perceived discrimination is a risk factor capable of predicting the likelihood that foreign-born students will consider dropping out of engineering degrees. Moreover, perceived discrimination

was not a significant factor in predicting dropout intentions in NB students. Therefore, this study provides new evidence on the differences in why students from minority groups decide to leave their degrees compared to the majority group and places perceived discrimination as the strongest predictor of minority students at a higher risk of dropping out. Regarding the factors by which foreign-born students feel discriminated against in engineering campuses, the results of this study indicate that minority students suffer discrimination due to their ethnicity, physical appearance, and skin color despite the coping strategies they may be using to deal with the situations of discrimination they suffer. In addition, foreign-born students were more likely to feel discriminated against in class and administrative procedures and by their teachers and academic staff than their peers. These findings provide more granularity on the situations in which minority students are especially vulnerable and point out that discrimination is a real and persistent problem in engineering educational institutions. This information will hopefully raise awareness about the ethnic discrimination that exists on engineering campuses and help in the design and implementation of the equity and inclusion plans of academic institutions. It will also provide food for thought for subsequent studies on the retention of ethnic minorities in engineering degrees.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank all the engineering students from the EEBE who took part in answering the questionnaire and the teachers who facilitated the distribution of the questionnaire.

REFERENCES

- [1] NSF, "Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering," Alexandria, VA, 2021. Accessed: Apr. 13, 2021. [Online]. Available: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsf21321/>.
- [2] UNESCO, "UNESCO moving forward the 2030 Agenda for Sustainable Development," Paris, France, 2017. Accessed: Apr. 13, 2021. [Online]. Available: <https://en.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785en.pdf>.
- [3] NACE, "NACE Salary Survey," Bethlehem, 2021. Accessed: Apr. 15, 2021. [Online]. Available: <https://www.naceweb.org/store/subscription/salary-survey/>.
- [4] K. Kricorian, M. Seu, D. Lopez, E. Ureta, and O. Equils, "Factors influencing participation of underrepresented students in STEM fields: matched mentors and mindsets," *Int. J. STEM Educ.*, vol. 7, no. 16, 2020.
- [5] C. Rasoal, H. Danielsson, and T. Jungert, "Empathy among students in engineering programmes," *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 37, no. 5, pp. 427–435, 2012.
- [6] E. H. McWhirter and R. G. Cinamon, "Old Problem, New Perspectives: Applying Anzaldúan Concepts to Underrepresentation in STEM," *J. Career Dev.*, pp. 1–16, 2020.
- [7] J. J. Park, Y. K. Kim, C. Salazar, and S. Hayes, "Student–Faculty Interaction and Discrimination from Faculty in STEM: The Link with Retention," *Res. High. Educ.*, vol. 61, no. 3, pp. 330–356, 2020.
- [8] K. M. Whitcomb and C. Singh, "Underrepresented minority students receive lower grades and have higher rates of attrition across STEM disciplines: A sign of inequity?," *Int. J. Sci. Educ.*, 2021.
- [9] M. A. Beasley and M. J. Fischer, "Why they leave: The impact of stereotype threat on the attrition of women and minorities from science, math and engineering majors," *Soc. Psychol. Educ.*, vol. 15, pp. 427–448, 2012.
- [10] EUROSTAT, "Acquisition of citizenship statistics - Statistics Explained," 2021. Accessed: May 07, 2021. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Acquisition_of_citizenship_statistics.
- [11] A. A. Eaton, J. F. Saunders, R. K. Jacobson, and K. West, "How Gender and Race Stereotypes Impact the Advancement of Scholars in STEM: Professors' Biased Evaluations of Physics and Biology Post-Doctoral Candidates," *Sex Roles*, vol. 82, no. 3–4, pp. 127–141, 2020.
- [12] C. R. Starr and C. Leaper, "Do adolescents' self-concepts moderate the relationship between STEM stereotypes and motivation?," *Soc. Psychol. Educ.*, vol. 22, pp. 1109–1129, 2019.
- [13] A. D. Benner, Y. Wang, Y. Shen, A. E. Boyle, R. Polk, and Y.-P. Cheng, "Racial/ethnic discrimination and well-being during adolescence: A meta-analytic review," *Am. Psychol.*, vol. 73, no. 7, pp. 855–883, 2018.
- [14] A. R. Hall, A. Nishina, and J. A. Lewis, "Discrimination, friendship diversity, and STEM-related outcomes for incoming ethnic minority college students," *J. Vocat. Behav.*, vol. 103, pp. 76–87, 2017.
- [15] R. W. Lent, M. J. Miller, P. E. Smith, B. A. Watford, R. H. Lim, and K. Hui, "Social cognitive predictors of academic persistence and performance in engineering: Applicability across gender and race/ethnicity," *J. Vocat. Behav.*, vol. 94, pp. 79–88, 2016.
- [16] C. Small, R. White, T. Chavous, and R. Sellers, "Racial ideological beliefs and racial discrimination experiences as predictors of academic engagement among African American adolescents," *J. Black Psychol.*, vol. 33, no. 3, pp. 299–330, 2007.
- [17] D. Dortch and C. Patel, "Black Undergraduate Women and Their Sense of Belonging in STEM at Predominantly White Institutions," *NASPA J. About Women High. Educ.*, vol. 10, no. 2, pp. 202–215, 2017.
- [18] C. Redding, "A Teacher Like Me: A Review of the Effect of Student–Teacher Racial/Ethnic Matching on Teacher Perceptions of Students and Student Academic and Behavioral Outcomes," *Rev. Educ. Res.*, vol. 89, no. 4, pp. 499–535, 2019.
- [19] C. Leaper and C. R. Starr, "Helping and Hindering Undergraduate Women's STEM Motivation: Experiences With STEM Encouragement, STEM-Related Gender Bias, and Sexual Harassment," *Psychol. Women Q.*, vol. 43, no. 2, pp. 165–183, 2019.
- [20] K. L. Nadal, Y. Wong, K. E. Griffin, K. Davidoff, and J. Sriken, "The adverse impact of racial microaggressions on college students' self-esteem," *J. Coll. Stud. Dev.*, vol. 55, no. 5, pp. 461–474, 2014.
- [21] M. I. Durkee, T. R. Perkins, and E. C. Hope, "Academic affect shapes the relationship between racial discrimination and longitudinal college attitudes," *Soc. Psychol. Educ.*, vol. 24, no. 1, pp. 59–74, 2021.
- [22] S. Leath and T. Chavous, "Black Women's Experiences of Campus Racial Climate and Stigma at Predominantly White Institutions: Insights from a Comparative and Within-Group Approach for STEM and Non-STEM Majors," *J. Negro Educ.*, vol. 87, no. 2, pp. 125–139, 2018.
- [23] M. Rosenberg, *Society and the Adolescent Self-Image*. Princeton University Press, 1965.
- [24] R. L. Navarro, L. Y. Flores, H. S. Lee, and R. Gonzalez, "Testing a longitudinal social cognitive model of intended persistence with engineering students across gender and race/ethnicity," *J. Vocat. Behav.*, vol. 85, no. 1, pp. 146–155, 2014.
- [25] L. Y. Flores, R. L. Navarro, B. Hyun, X. Hu, D. Diaz, and L. Martinez, "Social cognitive predictors of Latinx and White engineering students' academic satisfaction and persistence intentions: Exploring interactions among social identities and institutional context," *J. Vocat. Behav.*, vol. 127, p. 103580, 2021.
- [26] M. Ong, J. M. Smith, and L. T. Ko, "Counterspaces for women of color in STEM higher education: Marginal and central spaces for persistence and success," *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 55, no. 2, pp. 206–245, 2018.
- [27] N. M. Else-Quest, C. C. Mineo, and A. Higgins, "Math and Science Attitudes and Achievement at the Intersection of Gender and Ethnicity," *Psychol. Women Q.*, vol. 37, no. 3, pp. 293–309, 2013.
- [28] P. Ramsden, "A Performance Indicator of Teaching Quality in Higher Education: The Course Experience Questionnaire," *Stud. High. Educ.*, vol. 16, no. 2, pp. 129–150, 1991.
- [29] K. J. Bunker, L. E. Brown, L. J. Bohmann, G. L. Hein, N. Onder, and R. R. Rebb, "Perceptions and influencers affecting engineering and computer science student persistence," *2013 IEEE Front. Educ. Conf.*, pp. 1138–1144, 2013.
- [30] L. M. Pachter, B. A. Bernstein, L. A. Szalacha, and C. Garcia Coll, "Perceived racism and discrimination in children and youths: an exploratory study," *Health Soc. Work.*, vol. 35, no. 1, pp. 61–9, 2010.
- [31] F. D'hondt, J. S. Eccles, M. Van Houtte, and P. A. J. Stevens, "Perceived Ethnic Discrimination by Teachers and Ethnic Minority Students' Academic Futility: Can Parents Prepare Their Youth for Better or for Worse?," *J. Youth Adolesc.*, vol. 45, no. 6, pp. 1075–1089, 2016.
- [32] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed.

New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

- [33] J. Pallant, *SPSS Survival Manual, 7th ed.* London, England: McGraw-Hill Education, 2020.
- [34] R. S. Lazarus and S. Folkman, *Stress, appraisal, and coping.* New York, NY: Springer, 1984.
- [35] J. K. Kaholokula *et al.*, "The effects of perceived racism on psychological distress mediated by venting and disengagement coping in Native Hawaiians," *BMC Psychol.*, vol. 5, no. 2, 2017.
- [36] S. Noh and V. Kaspar, "Perceived discrimination and depression: Moderating effects of coping, acculturation, and ethnic support," *Am. J. Public Health*, vol. 93, no. 2, pp. 232–238, 2003.
- [37] A. N. Alvarez and L. P. Juang, "Filipino Americans and Racism: A Multiple Mediation Model of Coping," *J. Couns. Psychol.*, vol. 57, no. 2, pp. 167–178, 2010.
- [38] C. T. H. Liang, A. N. Alvarez, L. P. Juang, and M. X. Liang, "The Role of Coping in the Relationship Between Perceived Racism and Racism-Related Stress for Asian Americans: Gender Differences," *J. Couns. Psychol.*, vol. 54, no. 2, pp. 132–141, 2007.
- [39] A. Goreis, F. Asbrock, U. M. Nater, and R. Mewes, "What Mediates the Relationship Between Ethnic Discrimination and Stress? Coping Strategies and Perceived Social Support of Russian Immigrants in Germany," *Front. Psychiatry*, vol. 11, 2020.
- [40] B. Derks, C. Van Laar, and N. Ellemers, "The Beneficial Effects of Social Identity Protection on the Performance Motivation of Members of Devalued Groups," *Soc. Issues Policy Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 217–256, 2007.
- [41] C. A. R. Rose-Redwood and R. S. Rose-Redwood, "Self-Segregation or global mixing? Social interactions and the international student experience," *J. Coll. Stud. Dev.*, vol. 54, no. 4, pp. 413–429, 2013.
- [42] S. Levin, C. van Laar, and J. Sidanius, "The Effects of Ingroup and Outgroup Friendships on Ethnic Attitudes in College: A Longitudinal Study," *Gr. Process. Intergr. Relations*, vol. 6, no. 1, pp. 76–92, 2003.
- [43] C. J. Block, M. Cruz, M. Bairley, T. Harel-Marian, and L. Roberson, "Inside the prism of an invisible threat: Shining a light on the hidden work of contending with systemic stereotype threat in STEM fields," *J. Vocat. Behav.*, vol. 113, pp. 33–50, 2019.
- [44] E. Seo, Y. Shen, and E. C. Alfaro, "Adolescents' Beliefs about Math Ability and Their Relations to STEM Career Attainment: Joint Consideration of Race/ethnicity and Gender," *J. Youth Adolesc.*, vol. 48, no. 2, pp. 306–325, 2019.
- [45] B. J. Casad, Z. W. Petzel, and E. A. Ingalls, "A Model of Threatening Academic Environments Predicts Women STEM Majors' Self-Esteem and Engagement in STEM," *Sex Roles*, vol. 80, pp. 469–488, 2019.
- [46] M. Hussain and J. M. Jones, "Discrimination, Diversity, and Sense of Belonging: Experiences of Students of Color," *J. Divers. High. Educ.*, vol. 14, no. 1, pp. 63–71, 2019.
- [47] S. H. Ng, "Power and intergroup discrimination," in *Social Identity and Intergroup Relations*, Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2010, p. 179.
- [48] G. Farkas, "Racial disparities and discrimination in education: What do we know, how do we know it, and what do we need to know?," *Teach. Coll. Rec.*, vol. 105, no. 6, pp. 1119–1146, 2003.
- [49] K. P. Kozlowski, "Culture or Teacher Bias? Racial and Ethnic Variation in Student-Teacher Effort Assessment Match/Mismatch," *Race Soc. Probl.*, vol. 7, pp. 43–59, 2015.
- [50] C. B. Fisher, S. A. Wallace, and R. E. Fenton, "Discrimination distress during adolescence," *J. Youth Adolesc.*, vol. 29, pp. 679–695, 2000.
- [51] C. A. Wong, J. S. Eccles, and A. Sameroff, "The Influence of Ethnic Discrimination and Ethnic Identification on African American Adolescents' School and Socioemotional Adjustment," *J. Pers.*, vol. 71, no. 6, pp. 1197–1232, 2003.
- [52] J. S. Eccles, C. A. Wong, and S. C. Peck, "Ethnicity as a social context for the development of African-American adolescents," *J. Sch. Psychol.*, vol. 44, no. 5, pp. 407–426, 2006.
- [53] T. R. Morris and R. W. Lent, "Heterosexist harassment and social cognitive variables as predictors of sexual minority college students' academic satisfaction and persistence intentions," *J. Couns. Psychol.*, vol. 66, no. 3, pp. 308–316, 2019.

Rosó Baltà-Salvador is an Associate Professor at the School of Industrial, Aerospace and Audiovisual Engineering of Terrassa (ESEIAAT) since 2015, and a member of the research group BCN-SEER (Barcelona Science and Engineering Education Research Group). She holds a Bachelor's degree in Industrial Design and Product Development from the Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC) and a Master's degree in Multimedia Applications from the Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Her research interests are in the fields of gender, equity, career development, and ethical and user-oriented design and technology.

Noelia Olmedo-Torre has a PhD in Multimedia Engineering from the Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (2007) and a degree in Telecommunications Engineering (1991). She has two postgraduate degrees: Interactive Multimedia Systems (1995) and University Education in Sciences, Technology, Engineering and Mathematics-STEM (2017). She is a professor at the Department of Graphic and Design Engineering (DGDE) of the Barcelona East School of Engineering (EEBE). Her research interests are the social aspects of engineering education, innovation in higher education, professional competencies, assessment tools, the promotion of teaching and learning improvement and, in general, educational innovation that contributes to teaching quality.

Marta Peña received a degree in Industrial Engineering and the PhD degree in Mathematics from the Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC). She is an Associate Professor at the Department of Mathematics at the UPC and she teaches at the Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB). She has been deputy director of the Institute of Education Sciences at the UPC from 2016 to 2019. Her research interests are applied mathematics and innovation in higher education, including social aspects of engineering education and student engagement.

Capítol 3.

Segona publicació

Efectes acadèmics i emocionals de l'aprenentatge en línia durant la pandèmia de la COVID-19 en l'estudiantat d'enginyeria

Resum

La situació sense precedents de la pandèmia de la COVID-19 ha provocat el tancament d'universitats a tot el món i ha forçat la transició a l'aprenentatge en línia. Aquest context excepcional ens obliga a comprendre com és l'experiència dels i de les estudiants durant l'educació a distància. La literatura anterior identifica factors rellevants que intervenen en l'experiència d'educació en línia i poden afectar el desenvolupament acadèmic de l'estudiantat. Una de les principals preocupacions és la salut mental dels i de les estudiants, ateses les restriccions de confinament sota les quals s'han dut a terme les classes. A més, encara no està clar l'impacte del confinament prolongat i de la fatiga pandèmica en l'estudiantat universitari i en la seva experiència acadèmica. Aquest estudi aprofundeix en l'experiència educativa en línia de l'alumnat d'enginyeria durant la pandèmia de la COVID-19 i el seu impacte emocional al llarg del temps. Amb aquest objectiu, es va distribuir un qüestionari als estudiants de segon, tercer i quart curs d'enginyeria en dos moments de temps, amb aproximadament sis mesos de diferència. Els resultats mostren diferències significatives en la connexió dels i de les estudiants amb la resta de l'estudiantat i amb el professorat, les condicions de l'espai de treball i l'avorriment entre les dues mesures temporals. A més, els resultats indiquen correlacions significatives entre el desenvolupament acadèmic i la qualitat de les classes en línia, l'adaptació del curs, les condicions de l'espai de treball i la connexió amb la resta d'estudiants i personal docent, i també entre les emocions dels i de les estudiants i la connexió amb els companys i companyes i el professorat. Finalment, l'estudi identifica bones pràctiques realitzades durant la docència en línia que seran de valor per a futurs cursos i per a l'educació en enginyeria més enllà de la situació de pandèmia, entre les quals destaquen les relacionades amb la comunicació efectiva amb el professorat.

Baltà-Salvador, R., Olmedo-Torre, N., Peña, M., & Renta-Davids, A. I. (2021). Academic and emotional effects of online learning during the COVID-19 pandemic on engineering students. *Education and Information Technologies*, 26, 7407-7434. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10593-1>

Authors have the right to reuse their article's Version of Record, in whole or in part, in their own thesis. Additionally, they may reproduce and make available their thesis, including Springer Nature content, as required by their awarding academic institution. Authors must properly cite the published article in their thesis according to current citation standards. Material from: R. Baltà-Salvador, N. Olmedo-Torre, M. Peña and A.-I. Renta-Davids, Academic and emotional effects of online learning during the COVID-19 pandemic on engineering students, Education and Information Technologies, 2021, Springer Nature.

**Academic and emotional effects of online learning during the COVID-19 pandemic on
engineering students**

Rosó Baltà-Salvador¹, Noelia Olmedo-Torre², Marta Peña³, Ana-Inés Renta-Davids⁴

¹Department of Graphic and Design Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya

²Department of Graphic and Design Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya

³Department of Mathematics, Universitat Politècnica de Catalunya

⁴Department of Pedagogy, Universitat Rovira i Virgili

Author Note

Rosó Baltà-Salvador <https://orcid.org/0000-0002-9753-7335>

Noelia Olmedo-Torre <https://orcid.org/0000-0003-2502-3201>

Marta Peña <https://orcid.org/0000-0003-3889-8584>

Ana-Inés Renta-Davids <https://orcid.org/0000-0002-0145-5141>

We have no conflict of interest to disclose.

Correspondence concerning this article should be addressed to Rosó Baltà-Salvador,
Universitat Politècnica de Catalunya, C. Colom 11, 08222 Terrassa, Spain.

Email: roso.balta@upc.edu

Abstract

The unprecedented situation of the COVID-19 pandemic has caused the closure of universities worldwide and has forced the transition to online learning. This exceptional context compels us to understand students' experience with online learning. Previous literature identifies relevant factors that intervene in the online education experience and can affect students' academic development. One of the main concerns is the students' mental health, given the lockdown restrictions under which classes have been conducted. Furthermore, the impact of the prolonged lockdown and the pandemic fatigue on university students and their academic experience is still unclear. This study delves into engineering undergraduate students' online education experience during the COVID-19 pandemic and its emotional impact across time. With this aim, a questionnaire was distributed to second, third, and fourth-year engineering undergraduate students at two time points, approximately six months apart. The results show significant differences in students' connection with other students and teachers, workspace conditions, and boredom between time points. Besides, the findings indicate significant correlations between academic development and quality of online classes, adaptation of the course, workspace conditions, and connection with other students and teachers, and also between students' emotions and connection with other students and teachers. Finally, the study identifies best practices carried out during online teaching that will be of value for future courses and engineering education beyond the pandemic situation, amongst which those related to effective communication with teachers stand out.

Keywords: Engineering education, Online learning, COVID-19 pandemic, Mental health, Academic development, Pandemic fatigue

Academic and emotional effects of online learning during the COVID-19 pandemic on engineering students

1. Introduction

The COVID-19 pandemic has posed an unprecedented challenge in education, leading to the suspension of face-to-face teaching (UNESCO, 2020). This change has been particularly challenging in university undergraduate engineering degrees since much of the learning process is based on practical applications, laboratory classes, and direct contact with teachers and other students. Being an exceptional and novel situation, the potential impact of the health crisis and the prolonged lockdown on students' academic development and emotional state is still unknown.

Recent work has identified some variables that intervene in the online education process, such as the correct adaptation of teaching to the online format, including classes, assessment methods, and teacher support (Alnusairat et al., 2020; Linh & Trang, 2020); the quality of the classes received (Al-Balas et al., 2020; Amir et al., 2020); the conditions of students' workspace (Gelles et al., 2020; Son et al., 2020); and the connection with other students and teachers (Elmer et al., 2020; Radu et al., 2020). However, there is a knowledge gap in how these variables are related to students' academic development and whether having been in a prolonged lockdown might have affected them.

Furthermore, educational and psychological research has raised concerns about students' mental health as they have had to suddenly switch to online learning systems and follow classes under lockdown restrictions. Investigations pointed out that students have experienced an increase in stress, anxiety, and depression (Aslan et al., 2020; Odriozola-González et al., 2020; Saravanan et al., 2020; Son et al., 2020), and have felt some negative feelings intensified, such as fear, worry, or boredom (Aristovnik et al., 2020; Son et al., 2020). Several studies have highlighted the protective effect that the connection with the rest

of the academic community can have on anxiety, depression, and stress (Elmer et al., 2020; Magson et al., 2021; Procentese et al., 2020). Although mental health during the COVID-19 pandemic has received much attention in the academic field, studies have focused on analyzing adverse mental states such as depression, stress, or anxiety, but a broader perspective on the emotional state of the students, including a wider range of emotions and considering positive emotions such as calm or trust, is still missing.

Within this context, the present study carried out at the Polytechnic University of Catalonia (UPC), Spain, investigates how the COVID-19 pandemic and the lockdown has affected the academic experience of students and their emotional state across time. Two measurements taken six months apart were compared to detect changes potentially caused by a prolonged public health crisis and lockdown, providing new knowledge about pandemic fatigue in university students. Moreover, we assessed the correlations between the variables related to online education and the academic development of students to understand how the change to online teaching may have affected the performance of engineering students. Also, based on Plutchik's theoretical framework on emotions (Plutchik, 1994), a study has been carried out to understand the impact of the pandemic on students' emotional state and how the connection with other students and teachers can help not only to reduce adverse emotions, but also to enhance positive emotions such as calm or confidence. To the best of our knowledge, no prior studies on the impact of the COVID-19 pandemic on engineering university students have considered such a wide spectrum of emotions and have observed the impact of being in contact with the rest of the academic community on these emotions. Furthermore, our research is novel as it encompasses the different variables involved in online education identified in previous studies, and conducts a longitudinal study to understand the impact of time and pandemic fatigue on these variables and students' academic development. Finally,

this investigation identifies best practices carried out during distance teaching that can help improve the online learning experience in engineering studies beyond the pandemic situation.

Understanding the academic and emotional effects of the pandemic on engineering students is essential for several reasons. There is a growing trend for universities to offer online courses. However, in engineering, this transition is still a challenge since traditional engineering studies are based fundamentally on the practical application of scientific and technological principles. The unexpected situation generated by COVID-19 has forced engineering universities to offer their studies online, even for students who would not have proactively chosen to learn online. Therefore, it is an opportunity to analyze students' academic experience in distance engineering studies since they are rarely offered online. This information will contribute to the design of remote engineering courses to make them more accessible. On the other hand, the pandemic's scope during the next few years is unclear, so it is essential to understand its impact on learning to develop support actions for students. Also, all these lessons will be relevant if we face a similar situation that requires the confinement of the population in the coming years.

1.1 Impact of COVID-19 on students' learning experience

The COVID-19 pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus began in late 2019 and spread around the world rapidly within months (Du Toit, 2020; Zhou et al., 2020). On March 11th, 2020, The World Health Organization (WHO) declared the public health emergency caused by the new coronavirus an international pandemic. Due to the high transmission rate of SARS-CoV-2, most countries took measures to stop the spread, including the blockade of cities, strict implementation of contact isolation, and strict medical system precaution (World Health Organization, 2021). This reduction in population mobility caused higher education institutions to cancel in-person classes and move towards remote learning (UNESCO, 2020). In the case of traditional engineering studies, this posed a significant challenge since it is a

field in which a large part of the curriculum is based on the practical application of knowledge and relies heavily on face-to-face practical and laboratory classes (Jacques et al., 2020). This unexpected change in the teaching format has forced engineering students to adapt to new ways of learning under the conditions of the health crisis, potentially affecting their academic development. Furthermore, while previous research has revealed the impact of online education on those students who proactively chose distance learning, the current pandemic situation allows studying the impact on all students and in degrees that are generally not available online, as it is the case for engineering studies. Due to the exceptional nature of the situation, the effect of online classes derived from the emergence of COVID-19 on students is yet unknown, so work providing empirical data is crucial to understand the scope of its impact and to be able to propose support actions for students.

Although literature is still limited in this regard, several studies have tried to explain the impact of the rapid transition to online models during COVID-19 on students' academic development. However, the results of these investigations are not homogeneous and show remarkable differences in the results. These variations may be due to the start and end dates of the academic years and school holidays, the timing and impact of the pandemic in each country, and the corresponding measures implemented to manage the health crisis. For example, in some countries face-to-face classes were suspended from the beginning of the pandemic while others were less restrictive and just reduced face-to-face teaching or postponed the beginning of the semester (Gonzalez et al., 2020). These contrasts can also be related to other factors like the differences between academic fields, the resources available for students, and the methodologies implemented by teachers during online teaching, among others. This lack of consistency opens the door to new studies that provide complementary evidence which might allow for a better understanding of the impact of online teaching

during the COVID-19 pandemic on university students from different countries and academic fields.

To study the way in which the lockdown and distance teaching have affected engineering students during the COVID-19 pandemic, it is necessary to identify the variables that intervene in the online educational experience. Previous research in psychology and education has identified four relevant constructs in distance education, which have also received attention in studies on remote education in the context of the COVID-19 pandemic.

First, previous research on online teaching highlighted the courses' quality as a significant factor in students' satisfaction and learning (Piccoli et al., 2001; Sun et al., 2008) and pointed out that the effective switch toward online teaching models is influenced by the perceived quality of the classes (Ibrahim et al., 2013). When designing online courses, classes cannot simply be transferred from a face-to-face to an online environment. Content, pedagogy, methodology, and technology need to be adapted for successful online teaching (Aristovnik et al., 2020). The quality of online teaching has received considerable attention in studies on the effects of COVID-19 on higher education. In some of the studies conducted during the lockdown, university students reported low satisfaction with the quality of online teaching (Al-Balas et al., 2020; Alnusairat et al., 2020) and higher learning satisfaction in face-to-face learning than in distance learning (Amir et al., 2020; Linh & Trang, 2020). According to the UNESCO (2020), this disaffection with the online classes stems from the fact that the content offered was never designed within the framework of a distance course but instead tried to make up for the absence of face-to-face classes with virtual classes without sufficient preparation. However, the results of other studies showed that students were satisfied with the overall e-learning provided thus far in their university studies (Aristovnik et al., 2020; Jacques et al., 2020; Puljak et al., 2020). More specifically, in a study with a sample that included engineering students, 85% of the respondents indicated that

online teaching quality during the COVID-19 pandemic was good or very good (Radu et al., 2020). Since the quality of teaching is one of the main constructs in the evaluation of distance teaching, it has been included in this research as a study variable. Also, as there is a lack of consistency in the results of previous studies regarding the satisfaction with the online course's quality during COVID-19, it is necessary to provide more data from samples of engineering students.

Second, there are considerable differences in results among research regarding specific aspects, such as classes, exams, or teachers' support, in adaptation to distance learning during the COVID-19 pandemic. Nevertheless, the results differ across the investigations. On the one hand, previous research reported students' low satisfaction with the support received from their teachers (Alnusairat et al., 2020) and less satisfaction with the classes and assessment methods in distance education compared to classroom learning (Linh & Trang, 2020). This low satisfaction with how teaching was adapted to the online format is associated with an increase in the perceived workload (Alnusairat et al., 2020; Gelles et al., 2020; Son et al., 2020). Furthermore, Khalil et al. (2020) pointed out that the issues related to the implementation and quality of online courses can become barriers to the engagement and acquisition of knowledge. On the other hand, there are studies in university settings in which students were satisfied with the teacher support received and the content of their online classes during the COVID-19 pandemic (Jacques et al., 2020; Rodríguez-Rodríguez et al., 2020). Also, in Puljak et al.'s (2020) investigation, students reported that the assessment methods and materials used in their classes during the lockdown were tailored to e-learning. Similar to the courses' quality, current studies show contradictory results regarding student satisfaction on how their courses were adapted to the remote format. Moreover, adaptation to online teaching was a highly discussed construct during the COVID-19 health crisis due to

the short time in which classes, evaluation methods, and teachers' support and guidance had to be readjusted to the online format (UNESCO, 2020).

Third, another major challenge on distance education are the feelings of isolation and disconnection in online courses due to lack of face-to-face contact with other students and teachers (Mcinnerney & Roberts, 2004). Numerous studies prior to the COVID-19 pandemic indicated that interactions with other students and teachers were essential for student satisfaction and played a decisive role in academic development and students' achievements (Arbaugh, 2000; Hong, 2002; Mcinnerney & Roberts, 2004; Piccoli et al., 2001; Sun et al., 2008). Hence, when designing online courses, the interaction mechanisms must be considered to offer enriching and thriving learning environments. Concerning the perceived connection with other students and teachers during the lockdown, previous research indicated that students felt less connected with fellow students and teachers than in face-to-face education (Al-Balas et al., 2020; Puljak et al., 2020; Son et al., 2020). Overall, university students indicated that they have missed in-person contact with other students and professors during the lockdown (Puljak et al., 2020) and that communication has been more complicated than in face-to-face education (Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Radu et al., 2020). In Elmer et al.'s (2020) investigation on students enrolled in engineering and natural science programs, students reported fewer study partners and felt significantly more socially isolated. Also, in the study by Tang et al. (2020) on undergraduate students from engineering majors, almost 70% thought that they had not communicated often with their teachers from the online courses during the pandemic. This lack of contact is worrisome since social contact and socialization routines are part of the daily experience of higher education students and can affect their academic development (UNESCO, 2020). In the context of online classes during the pandemic, a greater connection with the community has been related to greater self-efficacy and engagement and lower academic stress (Luan et al., 2020; Procentese et al.,

2020). Connection with fellow students and teachers is one of the variables that has received the most attention in the academic community concerning the experience in online education. Social isolation of students during the pandemic has further increased the importance of this factor and hence, we have included connection with other students and teachers as a variable in this study.

Finally, although it had not received much attention in distance education literature before the pandemic, learning environment conditions, its ergonomics, and access to a quality internet connection are additional and indeed important variables to consider in distance learning. A workspace that does not offer the appropriate conditions represents a risk factor for comfort, well-being, and students' academic performance (Braat-Eggen et al., 2017; Hviid et al., 2020; Parvez et al., 2019; Zhong et al., 2019). The unexpected change to online education due to the COVID-19 pandemic has made researchers and academic staff wonder whether students were prepared to take classes from their home and whether they had an adequate workspace, equipment, and facilities for effective learning. In addition, the lockdown situation has prevented students from going to libraries or study halls and, in many cases, has forced family members to share the spaces of their houses, which might have worsened student workplace conditions by increasing noise and distractions (Driessen et al., 2020). In several studies, university students reported that their home has been a distractive environment and mentioned that they were more prone to be interrupted by roommates or family members (Gelles et al., 2020; Kyne & Thompson, 2020; Son et al., 2020). Moreover, Realyvásquez-Vargas et al. (2020) pointed out that environmental factors such as noise, temperature, and lighting had a significant effect on university students' academic performance during online classes in the pandemic context. These issues were associated with more difficulties in focusing and concentrating while learning (Amir et al., 2020; Son et al., 2020) and can become a barrier to the acquisition of knowledge through online courses

(Khalil et al., 2020). Another drawback identified in online classes during the pandemic has been inadequate internet access (Al-Balas et al., 2020; Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Aristovnik et al., 2020; Kyne & Thompson, 2020). Several studies have reported that a significant percentage of university students, especially those from disadvantaged families, have had problems accessing internet services (Aristovnik et al., 2020). Due to the unexpected lockdown situation and the rapid transition to online learning, students did not have time to adapt their workspace, which may have had an impact on their academic development. Thus, we included workspace conditions as a variable for this study.

All these factors should be considered when designing online courses to avoid detrimental effects on students' academic development (Braat-Eggen et al., 2017; Hviid et al., 2020; Mcinnerney & Roberts, 2004; Piccoli et al., 2001; Sun et al., 2008; Zhong et al., 2019). Numerous studies predicted that the change in teaching methods during the pandemic affected students' academic development and their outcomes, although the results are inconsistent. Some of the studies have shown that confinement had positively affected students' academic performance and their learning efficiency (Gonzalez et al., 2020; Khalil et al., 2020). The study by Jacques et al. (2020) carried out with engineering students showed that distance learning did not reduce students' performance and that the grades obtained were similar to those expected in face-to-face teaching. Contrarily, previous research revealed that students perceived worse performance upon face-to-face classes being canceled (Aristovnik et al., 2020) and showed concerns about the negative impact that the pandemic situation will have on their academic outcomes (Nassr et al., 2020; Son et al., 2020). The study by Hamann et al. (2020) suggested that students who followed the course entirely online were significantly less likely to be successful than students who also, or exclusively, attended face-to-face courses during the pandemic. Furthermore, Tang et al. (2020) indicated in their study

during the COVID-19 lockdown that students felt generally dissatisfied with the effects of online engineering courses on their learning.

Based on these assumptions, we expect to find a positive correlation between students' academic development with the variables of quality of teaching, adaptation of the classes to the online format, connection with other students and professors, and workspace conditions (Hypothesis 1). Since many of the studies done so far in the context of the pandemic have identified these variables separately, few correlational studies have analyzed their associations and identified the factors that may have had the greatest impact on students' academic development during COVID-19. Knowing how the variables related to the online experience have affected the performance of the students will allow us to identify relevant points that should be considered in the design of online courses. To complement this information, we also identified the best practices carried out by instructors in online teaching during the pandemic that have helped students transition to this new learning environment. This information can help instructors and institutions improve online teaching beyond the pandemic situation. This approach is aligned with the conclusions of Anderson et al. (2011), which showed that receiving feedback from students about the online lessons is vital to improve the courses offered.

1.2 Emotional effects of COVID-19

Studies before the COVID-19 pandemic already reported the negative psychological effects that lockdown can cause on people (Blendon et al., 2004). Quarantine is often described as an unpleasant experience for those who suffer it, and can involve uncertainty about the situation and boredom (Brooks et al., 2020; Cava et al., 2005). It is also associated with significant psychological distress, depressive symptoms, post-traumatic stress, and aversive emotional states such as anger, confusion, anguish, disgust, fear, or nervousness, among others (Brooks et al., 2020; Hawryluck et al., 2004). In the studies carried out during

the COVID-19 lockdown, university students reported negative effects on their mental health and emotions. Generally, students have experienced an increase in their stress, anxiety, and depression during the COVID-19 pandemic (Aslan et al., 2020; Odriozola-González et al., 2020; Saravanan et al., 2020; Son et al., 2020). Besides, they reported feeling some negative emotions intensified, such as fear, worry, or boredom (Aristovnik et al., 2020; Son et al., 2020).

Despite the proven adverse effects that lockdown can have on people, in cases like a public health emergency due to an infectious disease, imposing measures on the population to stop the spread of such disease is needed. Studying which elements can minimize the negative impact and aversive feelings during isolation are of great importance in this context. Some studies have indicated that contact with the academic community can act as a protector and decrease the negative impact of lockdown on students' mental health (Elmer et al., 2020; Magson et al., 2021; Procentese et al., 2020). Others have shown that the lack of relationships and connection with other students and teachers is associated with an increase in academic stress (Zurlo et al., 2020).

Most studies during the COVID-19 pandemic on the emotional state of university students have only analyzed negative emotional states such as anxiety, stress, or depression. However, there is a lack of research with a more global perspective on the emotional state of university students that also includes positive emotions to study whether these have decreased during the pandemic. In the study of emotions, psychological theories have proposed some dimensions to measure people's emotional state, although they have hardly been contemplated in studies on the emotional impact of the COVID-19 pandemic. One of the best known and widely used is Plutchik's (1994) theory, which presents eight emotional dimensions in opposite pairs. Compared with other theories such as Ekman's (1992) or Parrot's (2001), Plutchik's framework is well-founded in psychological studies, presents a

good balance between positive and negative emotions, and offers a broader subset of emotional dimensions (Wang et al., 2019), the aforementioned reasons being why it has been used as a reference to measure the emotions of the students in this study.

Based on the results of the previous literature, we hypothesize that there is an association between the perceived connection with other students and teachers and the emotional state of the students, so a greater connection with other students and teachers will be associated with a decrease in negative emotions and an increase in positive emotions (Hypothesis 2).

1.3 Effects of pandemic fatigue

One of the great unknowns related to the impact of the COVID-19 pandemic are the effects of a prolonged lockdown situation. The entire world population has been exposed to a state of exceptionality generated by the COVID-19 pandemic that has required the implementation of invasive measures with unprecedented impact on daily lives. When these measures are prolonged for an extended period of time, it can cause what is known as pandemic fatigue, which is the mental exhaustion caused by a public health crisis and the restrictions derived from it. This state can affect the mental health of those who suffer it, causing boredom, demotivation, alienation, and hopelessness (World Health Organization & Regional Office for Europe, 2020). Given the unusual nature of the situation, the literature on the impact of the pandemic and the lockdown implemented is still limited, and there is little evidence to indicate whether the academic and psychological effects of lockdown are greater at the beginning of the pandemic because of the uncertainty of the situation or may become more significant as the pandemic continues due to the feeling of burnout during the prolonged lockdown (Canet-Juric et al., 2020). Additionally, most longitudinal studies in the context of the COVID-19 pandemic in university students assessed only the psychological impact, so more research is required to analyze the academic impact. As Odriozola-González et al.

(2020) pointed out, more longitudinal studies are needed to analyze the long-term impact of the COVID-19 pandemic and to draw conclusions about the cause and effect relationships between the variables involved.

In the current literature there is substantial debate about the detrimental effects of pandemic fatigue. In particular, there are two major views: some longitudinal studies supported the theory that adverse effects have intensified as time in lockdown increased and showed significant increments in negative symptoms such as depression, anxiety, or stress (Ausín et al., 2021; Cecchini et al., 2021; Gopal et al., 2020). In contrast, other studies argued that the effects did not increase over time and, in any case, were greater at the beginning of the pandemic due to uncertainty and fear of the unknown situation (Canet-Juric et al., 2020). Regarding this theory, the study by Ramos-Morcillo et al. (2020) identified two phases as a pandemic progresses. The first is the so-called shock phase, which occurs during the first weeks, and disorientation and mental performance decreases, along with the ability to concentrate. The second is the normalization phase, in which conditions of confinement start to be assimilated, and the new everyday life is normalized. Thus, based on this second theory, we hypothesize that there is an association between time in lockdown and academic experience, and students will have a worst online learning experience at the beginning of lockdown (Hypothesis 3). We also expect an association between the time in lockdown and students' emotional state, and we hypothesize that negative feelings will be greater at the beginning of lockdown, and positive feelings will be greater as time progresses (Hypothesis 4). Knowing when the impact of a confinement situation or health crisis is greater and which feelings increase over time will help to develop support plans for students and plan corrective measures in similar situations like climate, political, or security crises that can restrict people's movement and prevent regular university access.

1.4 Context of the Current Study

In the current study carried out at the UPC, we made two measurements at different time points and compared data collected in spring and fall semesters, 2020, to evaluate the effects of prolonged lockdown and pandemic fatigue on the educational experience and emotional state of engineering students. Regarding the restrictions derived from the pandemic in Spain, the first state of alarm was decreed on March 14th, and the free movement of citizens was limited to essential activities resulting in the confinement of the population in their places of residence and the suspension of face-to-face education. Consequently, educational institutions had to switch the teaching to the online format, and many held the classes and academic activities remotely until the end of the course in June 2020. Due to the increase in cases, on October 16th, all face-to-face activity in universities was suspended again, although many higher education institutions had already started the academic year online after the summer. On October 25th, after exceeding half a million infected countywide, the second state of alarm was established to face the pandemic's second wave. In this case, a curfew was imposed between 10 p.m. and 6 a.m., and later the population was confined again in their municipalities and social gatherings were restricted.

2. Method

2.1 Participants

The participants of this study were students enrolled in the second, third, and fourth-year of the Bachelor's Degree in Industrial Design and Product Development Engineering. First-year students were excluded from the sample due to the short time they had been in engineering studies and the inability to compare the impact of the lockdown on their academic activity with previous courses. All students enrolled in the other three courses were invited to participate, that is, a total of 339 students, 168 at Time 1 (T1) and 171 at Time 2

(T2). The required sample size calculated based on a confidence level of 95% and a margin of error of 5% was 181 students for the total sample, 119 for each measurement. Finally, a total of 254 students participated in the study, 122 at T1 and 132 at T2, so the study sample meets the intended size. Participants were self-selected and no incentive was given to students to participate in the study. The protection of personal data was duly taken into account, ensuring that all recipients agreed to receive communications. Both anonymity of the participants and confidentiality of the data to be collected were guaranteed. Data did not include personal characteristics of the students. Table 1 shows the academic year and the conditions in which the participants took the online classes during the pandemic, type of residence and workspace conditions.

2.2 Measures

Due to the exceptional nature of the situation a questionnaire was designed for this study with measures derived from previous literature and adapted to fit the research context. In previous investigations on the impact of online teaching on students' academic experience during the COVID-19 pandemic, these constructs were measured using questionnaires addressed to students. In these questionnaires, students were asked about their perception of the quality of teaching (Al-Balas et al., 2020; Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Aristovnik et al., 2020; Linh & Trang, 2020; Puljak et al., 2020; Radu et al., 2020), the adaptation of classes to the online format (Al-Balas et al., 2020; Alnusairat et al., 2020; Aristovnik et al., 2020; Linh & Trang, 2020; Puljak et al., 2020; Rodríguez-Rodríguez et al., 2020), the perceived connection with other students and teachers (Al-Balas et al., 2020; Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Linh & Trang, 2020; Puljak et al., 2020; Radu et al., 2020; Tang et al., 2020), their workspace conditions (Al-Balas et al., 2020; Amir et al., 2020; Driessen et al., 2020; Kyne & Thompson, 2020; Linh & Trang, 2020; Realyvásquez-Vargas et al., 2020), and the impact on students' academic development (Al-Balas et al.,

2020; Aristovnik et al., 2020; Linh & Trang, 2020; Realyvásquez-Vargas et al., 2020; Tang et al., 2020). These investigations have been used as a foundation to build the measuring instrument for this study.

The quality of the online classes that students received during the lockdown was assessed with a 4-point scale (1 = Very bad to 4 = Very good). To measure students' perceptions about the adaptation of the course to the online format, a set of 4 items was designed ($\alpha = .76$) rated on a 4-point scale (1 = Strongly disagree to 4 = Strongly agree). Students were asked to indicate if the classes and the assessment methods had been adapted correctly to the online format, if they had been able to follow the course correctly, and if they had received the necessary support from teachers. To assess the level of connection that students felt with other students and teachers a set of 4 items was designed ($\alpha = .65$) rated on a 4-point scale (1 = Strongly disagree to 4 = Strongly agree). Students were asked to indicate if they felt connected with other students and teachers and if they had missed having contact with fellow students and teachers. To measure the workspace conditions, students were asked about the place and the type of room from where they followed the online classes with two multiple-choice questions of three options each (e.g., from a student flat) and an open field. Students also had to indicate if their workspace conditions had been suitable on a 4-point scale (1 = Strongly disagree to 4 = Strongly agree). To determine how students perceived the impact of the switch to online classes on their academic development, they were asked to rate on a 3-point scale (1 = It has worsened to 3 = It has improved) if they believed that their academic development had been affected by online teaching.

To measure the emotions students felt during online classes while they were in lockdown, a measure based on Plutchik's (1994) wheel of emotions was designed using a multiple-choice question. Students were asked to select their feelings during the lockdown from 8 options adapted from Plutchik's classification.

Finally, an optional open question was added in which students could share if there was something that teachers did during the online teaching that helped them especially.

2.3 Procedure

For the present study, students completed the exact same questionnaire at two points, approximately six months apart. The first time the questionnaire was distributed was on June 3rd, 2020 (T1), during the spring semester and almost three months after the first lockdown was established and all classes went online. Consequently, students had a reasonable exposure to the online learning experience and the lockdown to answer the questionnaire. The second measurement was made in the fall semester on November 18th, 2020 (T2), approximately one month after the second state of alarm was decreed and the new lockdown was applied to face the second COVID-19 outbreak. Therefore, both measurements were made while students were taking classes online.

The questionnaire, which was anonymous and drawn up using Google Forms, was sent by email together with a motivational letter explaining the purpose of the study. Both times, students had up to 1 week to complete it, and took approximately fifteen minutes to finish. Participants were recruited via email messages sent by the authors of this research and faculty members, and were encouraged to answer all the questions accordingly to their opinions. Before being sent, the questionnaire was submitted to a validation process to identify whether it omitted some question areas, determine whether the questions were clear and well-formulated, and detect possible errors in its preparation.

No outliers were identified, and no missing values were found either since all the questions in the questionnaire were mandatory. Descriptive statistics and frequency analyses were applied to characterize the sample. Spearman's rank correlation coefficient was used to test the first hypothesis on how the variables related to the online academic experience affected students' academic development. Although the intercorrelations were calculated

between all the variables of the online academic experience, the analysis was done using academic development as the independent variable and the variables of connection with other students and teachers, workspace conditions, quality of online classes, and adaptation of the course as dependent variables. To evaluate our second hypothesis about whether the connection with other students and teachers can affect students' emotional state, a Chi-Square Test for Independence was performed using connection with other students and teachers as the independent variable and emotions as the dependent variables. To fulfill the assumption concerning the minimum expected cell frequency, the measure of connection with other students and teachers was transformed into a dichotomous variable combining the negative and positive values, respectively. To assess our third hypothesis on how the time in lockdown affected the academic experience of the students, we performed a Mann-Whitney U Test using the time in which the measurements were made as the independent variable and the variables of academic development, connection with other students and teachers, workspace conditions, quality of online classes, and adaptation of the course as dependent variables. Since the emotion variables were dichotomous, for the fourth hypothesis about how time in lockdown affected the emotional state of the students, a Chi-Square Test for Independence was carried out using the time in which the measurements were taken as the independent variable and the different emotions as dependent variables. In the analyzes, $p < 0.05$ was considered statistically significant, and the effect size was assessed using Cohen's (1988) criteria. For the qualitative data, an abductive methodology was used to identify the codes. First, half of the dataset was analyzed, and a preliminary code list was obtained. Next, the entire dataset was processed with the identified codes, and the rest of the codes emerged from the data iteratively, adding new codes if practices not identified in the preliminary list were found.

3. Results

Descriptive analyses indicated that about half of the students reported that the quality of the online classes received during the pandemic was bad or very bad (T1 = 54.1%, T2 = 46.2%), and more than a half thought that their academic development worsened during online classes compared to face-to-face classes (T1 = 66.4%, T2 = 68.9%). Also, more than half of the students indicated that their workspace conditions had been adequate, especially at T2 (T1 = 58.2%, T2 = 73.5%). Regarding the single items that compose the variable adaptation of the course variable, over half of the students reported that classes were correctly adapted to the online format (T1 = 57.4%, T2 = 68.2%) and that the evaluation methods were also properly adapted (T1 = 56.6%, T2 = 54.5%). Furthermore, the majority indicated that they had been able to follow the course correctly (T1 = 63.9%, T2 = 78.8%) and had the necessary support from teachers (T1 = 57.4%, T2 = 67.4%). Remarkable differences can be observed between the two time points regarding the 4-items that compose the variable connection with other students and teachers. Students felt less connected to other students and teachers in T2 than in T1 (T1 = 67.2%, T2 = 27.3%; and T1 = 51.6%, T2 = 40.1%; respectively) and the vast majority missed having contact with other students and teachers (T1 = 82.0%, T2 = 95.5%; and T1 = 81.1%, T2 = 91.7%; respectively).

As shown in Table 2, the workspace conditions in which students took the online classes improved significantly from T1 to T2 with a small effect size. On the other hand, the perceived connection with fellow students and teachers worsened significantly from T1 to T2 with a medium effect size, so that in T2 they felt less connected with other students and teachers. Although the quality of online classes and the adaptation of the course improved at T2 compared with T1, no significant differences were found.

At both times, correlations between academic development and quality of online classes and adaptation to the course were relatively high and positive with a medium effect

size (see Table 3). Also, the workspace conditions had a positive significant correlation with academic development with a small effect at T1 and T2. Therefore, those students who perceived a better quality and adaptation of the online classes and had better workspace conditions were those who reported a better academic development. On the other hand, academic development had a significant positive correlation with connection with other students and teachers with a small effect size at T2, the time point when they felt more disconnected with fellow students and teachers.

As illustrated in Figure 1, the emotions that students felt the most during the lockdown were discouragement (22.6% T1, 23.0% T2), boredom (T1 = 17.5%, T2 = 21.8%), confusion (T1 = 18.3%, T2 = 15.7%), worry (T1 = 15.4%, T2 = 14.3%), and annoyance (T1 = 10.8%, T2 = 10.3%). Contrary, the least common were vigilance (T1 = 8.2%, T2 = 7.3%), calm (T1 = 5.7%, T2 = 6.1%), and trust (T1 = 1.5%, T2 = 1.6%). Regarding the differences between T1 and T2, students felt slightly less worried and confused at T2, although no statistically significant difference was found ($X^2(1, N = 254) = 0.12, p = .728, \phi = -.030$; and $X^2(1, N = 254) = 1.13, p = .288, \phi = -.075$; respectively). Besides, they felt more bored at T2 than T1, with a statistically significant difference ($X^2(1, N = 254) = 5.30, p = .021, \phi = .153$) with a small effect.

As shown in Table 4, a significant association with small effect was found between the connection with other students and teachers and the emotions felt by the students, with the exception of boredom, which did not present significant differences. Those students who felt more connected with other students and teachers were more likely to feel calm and trust. Otherwise, those students who felt more disconnected were the ones who felt more worry, confusion, discouragement, annoyance, and vigilance.

The open question regarding best practices carried out during the online teaching received 117 responses, 63 from T1 and 54 from T2. From these responses, 21 best practices

were identified, plus the “other practices” code (Table 5). As some answers referred to more than one code, the total number of best practices identified ($n = 182$) is greater than the total number of responses. The codes were classified into four categories: communication, classes, course adaptation to the online format, and teachers.

4. Discussion

The COVID-19 pandemic has brought a global change in educational systems, forcing the transition from face-to-face to online learning due to the restrictions and lockdowns imposed in most countries. This study has examined university engineering students’ academic experience and the emotional impact of online education during the COVID-19 pandemic using a longitudinal approach. The results provide novel information and extend prior research on the impact of distance education during the COVID-19 lockdown on engineering students.

4.1 Effects of the prolonged lockdown on students’ learning experience

The majority of students in our sample reported that their academic development worsened during online learning, and a high percentage considered that the online teaching they received was of a bad quality. Therefore, students have perceived a negative impact regarding the change to online teaching during COVID-19 in their academic experience, especially in their academic development and the quality of the teaching they have received. These findings are consistent with some studies on university students during the COVID-19 pandemic regarding the quality of teaching received (Al-Balas et al., 2020; Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Linh & Trang, 2020) and the impact on students’ learning outcomes (Aristovnik et al., 2020; Nassr et al., 2020; Son et al., 2020; Tang et al., 2020). As UNESCO (2020) has pointed out, this may be because the change towards online learning has been sudden and consequently the content offered in the classes was not designed to be taught in an online course and online classes were given with limited preparation.

Contrary to our hypothesis (Hypothesis 3), there are no significant differences between T1 and T2 regarding the quality of online classes, the adaptation of teaching to the online format, and the academic development of students. However, we observed a slight increase in the perception of the online classes' quality and the adaptation of the course, though this difference is not statistically significant. These results suggest that although there may have been an improvement in some aspects of teaching, probably due to enhancements introduced by teachers in the subjects after the first months of the pandemic, these have not been enough to make a significant change in students' perception. On the other hand, our data show significant differences between T1 and T2 on the workspace conditions and the perceived contact with fellow students and professors. The conditions of the workspace have significantly improved as time progressed in lockdown. This result suggests that students, foreseeing that the new course would also be online, prepared their workspace conditions to suit their needs. As UNESCO (2020) argues, student's expectations differ if they expect to enroll from the beginning in a distance course or a regular course. So, it is relevant that academic institutions inform students in advance on possible changes in teaching, so that they can adapt their expectations and prepare properly. Contrary to what was expected, the perception of connection with other students and teachers is significantly lower at T2, so the feeling of isolation worsens significantly as the time in lockdown passes and online classes become regular. Students who reported having missed the contact with other students at T2 reach 95.5% and with teachers 91.7%. Similarly, previous studies have highlighted the lack of social contact and the feelings of isolation and disconnection during the COVID-19 lockdown (Al-Balas et al., 2020; Elmer et al., 2020; Puljak et al., 2020; Radu et al., 2020; Son et al., 2020). These studies indicate that students have felt less connected to the academic community than in face-to-face teaching (Al-Balas et al., 2020; Puljak et al., 2020; Son et al., 2020). Our findings reveal that not only do students feel less connected to their peers and

teachers in online learning compared to face-to-face classes, but also that this feeling increases as time in lockdown lengthens. This finding reaffirms the importance of social contact and communication mechanisms in online education and suggests that if these mechanisms are not properly implemented in the online education systems, the lack of social contact and its negative effects on students' educational experience may get worse (Luan et al., 2020; Procentese et al., 2020).

The results of this study indicate that the effects of the prolonged lockdown may impact differently on the variables involved in the online educational experience, and raise new hypotheses regarding the impact of a prolonged lockdown. On the one hand, the impact on variables related to pedagogical aspects of online teaching, such as quality and adaptation of the course, may be more negative at the beginning of the pandemic due to the uncertainty of the situation (Canet-Juric et al., 2020; Ramos-Morcillo et al., 2020). However, these aspects may improve as time passes due to teaching improvements on the online practices and students' preparation of their workspace environment foreseeing that they will continue the classes remotely (Scull et al., 2020). This hypothesis is supported by studies such as Van Nuland et al.'s (2020), which indicates that many teachers have been asked, almost overnight, to implement classes remotely in response to the consequences of the COVID-19 pandemic. Many of these teachers had no or little prior experience in online teaching and that they lacked the pedagogical content knowledge needed for online teaching. As the pandemic has progressed, teachers and universities have been adapting and have implemented several innovations to improve the online teaching experience of students (Scull et al., 2020). On the other hand, the variables related to the social aspects of the academic experience, such as the contact with other students and teachers, may be negatively affected by the feeling of burnout as time in lockdown passes (Ausín et al., 2021; Cecchini et al., 2021; Gopal et al., 2020). As other studies have reported, the lockdown situation has triggered the feeling of isolation and

disconnection of students (Al-Balas et al., 2020; Puljak et al., 2020; Son et al., 2020), feelings already identified in pedagogical research on the challenges of e-learning (McInerney & Roberts, 2004). Understandably, this feeling strengthens while students remain locked in their homes, and as the time without seeing their classmates and teachers increases. Therefore, it will be crucial for academic institutions and faculty members to put mechanisms in place that help students feel connected to each other and to their teachers, such as discussion forums or instant messaging channels (Moorhouse, 2020; Rosenberg & Asterhan, 2018). The study by Scull et al. (2020) shares some learnings from universities and teachers that might help strengthen the connection and communication with students during the pandemic, such as providing channels through which they can ask for help or by opening the debate to more personal day-to-day issues to relax the atmosphere and enhance engagement.

In line with what was predicted in our first hypothesis (Hypothesis 1), we find significant relationships between academic development and the rest of the variables related to the online academic experience of students. Specifically, students' academic development is associated with the quality of the classes received, the adaptation of the courses to the distance format, and the workspace conditions. Also, a positive correlation was found in T2 between students' academic development and contact with other students and teachers. Previous literature already pointed out the relationship between the variables studied and the academic development of students (Braat-Eggen et al., 2017; Hviid et al., 2020; McInerney & Roberts, 2004; Piccoli et al., 2001; Sun et al., 2008; Zhong et al., 2019). In this line, our results confirm these relationships between the variables under the conditions of a pandemic and lockdown in engineering students. Considering the direction of the correlations, offering students classes of high quality, adapting the class contents, assessing teaching methods properly, and giving support from teachers to the online format relate to a better academic development. Therefore, it is important to offer teachers training and pedagogical tools

needed to provide adequate distance teaching (Van Nuland et al., 2020). Moreover, having better workspace conditions can enhance students' academic development. In this regard, academic institutions can ask students about their conditions and offer support, for example, temporarily borrowing computers from the university or granting access to online learning platforms through mobile phones (UNESCO et al., 2020).

Furthermore, previous literature has focused on the positive effects that contact with teachers and other students can have on academic development, such as greater self-efficacy and learning engagement, and less academic stress (Luan et al., 2020; Procentese et al., 2020). Our study suggests that having good connections with other students and teachers is not necessarily associated with academic development (as observed at T1), but if this lack of contact is extended in time (as observed at T2), it may negatively impact students' academic development. This new finding supports the previous observation that it is necessary to work on the relationships between students themselves and with their teachers in online learning; otherwise, if these connections are lacking, it may have a negative effect on the educational experience and students' outcomes.

4.2 Emotional impact of prolonged lockdown

Students' most-reported emotions during the lockdown are discouragement, boredom, confusion, and worry, all of them negative emotions. On the contrary, those less prevalent are the positive emotions of calm and trust. Despite previous articles mainly focusing on negative emotions (Aslan et al., 2020; Odriozola-González et al., 2020; Saravanan et al., 2020; Son et al., 2020), future studies on students' mental health should also include positive feelings to understand to what extent these decrease due to the pandemic situation. Assessing positive feelings during a public health crisis is essential as it has been shown that positive emotions can help maintain and improve human mental health (Yamaguchi et al., 2020). Thus, using a theoretical framework as Plutchik's (1994), which includes a broad subset of emotional

dimensions, can give a more detailed picture of the emotional state of students and can help detect which feelings teachers and academic institutions need to reinforce, such as students' confidence and calm. Based on this information, institutions can work on messages and communications towards their students to counteract the emotional impact and enhance these positive emotions (Heffner et al., 2021).

Contrary to what was expected regarding the differences in the emotional state of the students as the lockdown elapses (Hypothesis 2), most emotions do not show significant changes from T1 to T2. However, worry and confusion are less reported in T2. The fact that students feel more concerned and confused at the beginning of confinement is aligned with the phases of the pandemic identified by Ramos-Morcillo et al. (2020), in which there is a first phase when disorientation prevails due to the novelty of the situation and a second phase as time progresses when the situation is assimilated and normalized. The only emotion that shows a significant increase from T1 to T2 is boredom, a feeling also present in other studies in the context of the COVID-19 pandemic (Aristovnik et al., 2020; Son et al., 2020).

Although this result is not consistent with our hypothesis, it is aligned with the effect of mental exhaustion and demotivation the WHO (2020) claims that pandemic fatigue can cause. These results suggest that burnout does not affect all emotional states in the same way, and while some may not increase as time progresses or even decrease, such as worry or confusion, others such as boredom may increase (Canet-Juric et al., 2020). This information is relevant for teachers and academic institutions to understand how their students feel in each phase of the pandemic and to adapt the type of support provided at each moment.

In line with hypothesis 4 and the results of prior research (Elmer et al., 2020; Magson et al., 2021; Procentese et al., 2020), the connection with other students and teachers is correlated with students' emotions. As expected, connection with others acts as a protector and, as the perception of contact with the academic community increases, the negative

feelings of worry, confusion, discouragement, annoyance, and vigilance decrease. Besides, it has also been found that contact with fellow students and teachers is positively associated with the feelings of calm and trust, which suggests that social contact is not only a protector against negative emotions, but that it can also enhance positive emotions. Since positive emotions are the least reported by students during the lockdown, it is essential to identify which actions can enhance these emotions to improve students' mood. This finding reinforces the need to create alternative ways to stay in contact, so students can feel more connected with their classmates and teachers. Fostering social contact and communication will improve students' mental health during online learning in the public health crisis and, as indicated by other studies, even beyond the pandemic situation (Holen et al., 2018).

4.3 Best practices in online teaching

In addition to validating the hypotheses raised, this study explores best practices carried out by the teaching staff during distance classes that have helped engineering students during online teaching. Although these practices have been identified in the context of the COVID-19 pandemic during the lockdown, they can also be initiatives of interest for regular teaching in university studies or in the design of online courses beyond the pandemic.

Concerning the communication between students and teachers, the two most mentioned communication channels are instant messages and emails. Students have highly appreciated those teachers who have opened instant messaging channels such as WhatsApp to communicate with them in a faster and more accessible way. During the classes, the practice that helped students the most was the recording of the online classes allowing students to review them later. Besides, individual or small group video calls with the professor to clarify doubts more closely and in a more comfortable environment were also highly appreciated.

Regarding the course adaptation, the two most relevant initiatives have been sharing problems already solved so students have guidelines to self-correct their exercises and

sharing support videos with complementary explanations to the subjects' content. Finally, it was highly appreciated that teachers gave quick answers to students' questions and that they had a supportive attitude and were attentive to students' needs. Some students reported on teachers having asked them for feedback to know how they were doing and improve their classes accordingly. Previous research has already highlighted the importance for teachers of receiving feedback from students in order to improve teaching (Anderson et al., 2011). The results of our study suggest that the benefits of the feedback are bi-directional, and it is not only helpful for teachers, but also makes students feel heard and valued. Previous research indicates that communication between students and teachers can be more complicated online than in face-to-face teaching (Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Radu et al., 2020). Our study supports this claim, showing that most of the outstanding initiatives have been those practices that allowed students to solve their doubts more efficiently, such as faster communication methods, individual or small group tutoring sessions or having problems already solved in order to self-solve possible doubts autonomously. Although other studies already identified some of the initiatives undertaken by teachers to improve the experience during online teaching (Scull et al., 2020), our work collects those practices most valued from the students' perspective and the ones that have been most helpful for them.

4.4 Limitations and future directions

The results of this study should be interpreted in the context of some limitations, which can be addressed in future research.

The study was conducted during an exceptional public health crisis, so it is not easily replicable. Also, the results of this study are influenced by the actions to face the COVID-19 pandemic taken by both the state and local governments and the academic institution in which the study was carried out. The measures adopted by the different countries and universities have differed, adapting them to the possibilities and characteristics of each case

(Gonzalez et al., 2020). These differences may make the results of this study difficult to extrapolate to other countries or university degrees in which different solutions to the COVID-19 crisis have been implemented. For this reason, while it is expected that some of the results may be of value beyond the pandemic situation, it will be necessary to validate their applicability in other contexts.

Participants of this research were recruited from second, third and fourth year from a specific engineering degree, so the lack of random sampling and the representation of a student population limited to one engineering degree seem to be a limitation in generalizing the results to all engineering studies or all academic courses. As the field of engineering is vast and there are many different specializations, it would be interesting to expand the study and validate the results in other engineering degrees and in other courses. For example, the academic experience of first-year students who have started their studies in a pandemic situation may be different from those students from second, third and fourth year. It would also be interesting to extend the sample to other universities and countries since the impact of the COVID-19 pandemic has not been the same everywhere. Furthermore, we have only included students in the study sample and not teachers. Perspectives of teachers regarding the switch to online learning would be valuable and should be explored in future studies. The samples of this study have been treated as independent. However, since it is a longitudinal study, it would be interesting to validate the observations with paired samples to compare the changes between time points on an individual basis.

Regarding the instruments used in the research, one limitation is that we created a new questionnaire for this study. Although the questions are based on previous studies, we could not find a similar questionnaire in the literature that incorporated all the measurements. Also, the reliability value of the scale used to measure the contact with other students and teachers is a bit low ($\alpha = 0.65$) although Cronbach's alpha is quite sensitive to the number of items in

the scale, and short scales often have low Cronbach alpha values. Future research should validate these results and the instrument used and expand the number of items of the proposed scales to improve the scale's reliability. Moreover, we did not collect participants' personal data, such as gender or demographic information to preserve participants' anonymity and favor the predisposition of students to answer the questionnaire.

As the study was conducted using a questionnaire, the results studied are based on students' perceptions. However, perceptions do not always match reality. For example, while in our study students indicated that their academic development worsened during online teaching, the study of Jacques et al. (2020) found no differences between the grades of engineering students in online education and those expected in a face-to-face teaching. Thus, it would be interesting for future research to compare students' perceptions regarding their academic development with their academic qualifications to validate the impact of the lockdown and distance classes on students' outcomes. Also, we phrased the questions to collect the opinion of students regarding the majority of teachers and courses. We acknowledge that there may be differences between different teachers and courses that may impact individual experiences. However, we were interested in analyzing overall collective students' opinion towards the online learning experience.

Despite these limitations, the results of this study offer valuable information on the academic and emotional effects that online learning during the COVID-19 pandemic had on engineering students and raises new hypotheses which can be examined in more detail in subsequent work. Moreover, a more specific analysis can be carried out to know how much of the variance in academic development can be explained by the quality of the classes, the adaptation of the teaching to the online format, the conditions of students' workspace and the connection with other students and teachers.

4.5 Conclusions

The findings of this study highlight that the majority of students were not satisfied with the quality of their online education enforced during the lockdown due to the COVID-19 pandemic, and that they believe that it has negatively affected their academic performance. Moreover, students' academic development is correlated with the quality of the teaching, the adaptation of the assignments, workspace conditions, and the contact with other students and professors. Regarding their emotional state, students reported feeling discouragement, boredom, confusion, and worry to a greater extent, and calm and trust to a lesser extent. Except for boredom, all emotions are associated with the connection with classmates and teachers perceived by students, hence the students who have perceived a higher level of connection are those who reported more positive emotions and less negative ones. Additionally, we find significant improvements as time in lockdown elapsed regarding the students' workspace conditions, while perceived contact with other students and teachers and boredom worsened significantly as the pandemic progressed. These results indicate that it is necessary to consider how the courses should be adapted to the online format since their quality and their correct adaptation will have an impact on the students' academic development. Furthermore, it is essential to work on connection and communication mechanisms among students and between students and teachers since these can improve students' emotional state. These conclusions, along with the good practices that teachers have carried out during online classes in the pandemic and that we have identified in this study, will hopefully help in the design of future online courses and in the implementation of support plans to improve the student learning experience and their emotional state.

Acknowledgements

The authors wish to thank all the students from the Bachelor's Degree in Industrial Design and Product Development Engineering of the UPC who took part in answering the questionnaire and the teachers who facilitated the distribution of the questionnaire.

Declarations

Funding

This research received no external funding.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Availability of data and material

The data and materials that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Code availability

Not applicable.

Authors' Contributions

Conceptualization, R.B.-S.; Methodology, R.B.-S., N.O.-T. and M.P.; Software, R.B.-S and A.-I.R.-D.; Validation, N.O.-T. and M.P.; Formal analysis, R.B.-S and A.-I.R.-D.; Investigation, R.B.-S.; Resources, N.O.-T. and M.P.; Writing—original draft preparation, R.B.-S., N.O.-T., M.P. and A.-I.R.-D.; Writing—review and editing, R.B.-S, N.O.-T., M.P. and A.-I.R.-D.; Supervision, R.B.-S., N.O.-T. and M.P. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Ethics approval

Not applicable.

Consent to participate

Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

Consent for publication

The participants have consented to the submission of the case report to the journal.

References

- Al-Balas, M., Al-Balas, H. I., Jaber, H. M., Obeidat, K., Al-Balas, H., Aborajoo, E. A., Al-Taher, R., & Al-Balas, B. (2020). Distance learning in clinical medical education amid COVID-19 pandemic in Jordan: Current situation, challenges, and perspectives. *BMC Medical Education, 20*, 341. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02257-4>
- Alnusairat, S., Al Maani, D., & Al-Jokhadar, A. (2020). Architecture students' satisfaction with and perceptions of online design studios during COVID-19 lockdown: the case of Jordan universities. *International Journal of Architectural Research, ahead-of-p.* <https://doi.org/10.1108/ARCH-09-2020-0195>
- Amir, L. R., Tanti, I., Maharani, D. A., Wimardhani, Y. S., Julia, V., Sulijaya, B., & Puspitawati, R. (2020). Student perspective of classroom and distance learning during COVID-19 pandemic in the undergraduate dental study program Universitas Indonesia. *BMC Medical Education, 20*, 392. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02312-0>
- Anderson, D., Imdieke, S., & Standerford, N. S. (2011). Feedback Please: Studying Self in the Online Classroom. *International Journal, 4*(1), 3–15.
- Arbaugh, J. B. (2000). Virtual Classroom Characteristics and Student Satisfaction with Internet-Based MBA Courses. *Journal of Management Education, 24*(1), 32–54. <https://doi.org/10.1177/105256290002400104>
- Aristovnik, A., Keržič, D., Ravšelj, D., Tomaževič, N., & Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 pandemic on life of higher education students: A global perspective. *Sustainability, 12*(20), 8438. <https://doi.org/10.3390/su12208438>
- Aslan, I., Ochnik, D., & Çınar, O. (2020). Exploring perceived stress among students in Turkey during the covid-19 pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(23), 8961. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238961>
- Ausín, B., González-Sanguino, C., Castellanos, M. Á., & Muñoz, M. (2021). Gender-related

differences in the psychological impact of confinement as a consequence of COVID-19 in Spain. *Journal of Gender Studies*, 30(1), 29–38.

<https://doi.org/10.1080/09589236.2020.1799768>

Blendon, R. J., Benson, J. M., DesRoches, C. M., Raleigh, E., & Taylor-Clark, K. (2004).

The public's response to severe acute respiratory syndrome in Toronto and the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 38(7), 925–931. <https://doi.org/10.1086/382355>

Braat-Eggen, P. E., van Heijst, A., Hornikx, M., & Kohlrausch, A. (2017). Noise disturbance in open-plan study environments: a field study on noise sources, student tasks and room acoustic parameters. *Ergonomics*, 60(9), 1297–1314.

<https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1306631>

Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., &

Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The Lancet*, 395(10227), 912–920.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8)

Canet-Juric, L., Andrés, M. L., del Valle, M., López-Morales, H., Poó, F., Galli, J. I., Yerro, M., & Urquijo, S. (2020). A Longitudinal Study on the Emotional Impact Cause by the COVID-19 Pandemic Quarantine on General Population. *Frontiers in Psychology*, 11, 565688. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.565688>

Cava, M. A., Fay, K. E., Beanlands, H. J., McCay, E. A., & Wignall, R. (2005). The experience of quarantine for individuals affected by SARS in Toronto. *Public Health Nursing*, 22(5), 398–406. <https://doi.org/10.1111/j.0737-1209.2005.220504.x>

Cecchini, J. A., Carriedo, A., Fernández-Río, J., Méndez-Giménez, A., González, C.,

Sánchez-Martínez, B., & Rodríguez-González, P. (2021). A longitudinal study on

depressive symptoms and physical activity during the Spanish lockdown. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 21(1).

<https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2020.09.001>

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd edn)*. Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>

Driessen, E., Beatty, A., Stokes, A., Wood, S., & Ballen, C. (2020). Learning principles of evolution during a crisis: An exploratory analysis of student barriers one week and one month into the COVID-19 pandemic. *Ecology and Evolution*, *10*(22), 12431–12436. <https://doi.org/10.1002/ece3.6741>

Du Toit, A. (2020). Outbreak of a novel coronavirus. *Nature Reviews Microbiology*, *18*(3), 123. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0332-0>

Ekman, P. (1992). An Argument for Basic Emotions. *Cognition and Emotion*, *6*(3), 169–200. <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>

Elmer, T., Mepham, K., & Stadtfeld, C. (2020). Students under lockdown: Comparisons of students' social networks and mental health before and during the COVID-19 crisis in Switzerland. *PLoS ONE*, *15*(7), e0236337. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236337>

Gelles, L. A., Lord, S. M., Hoople, G. D., Chen, D. A., & Mejia, J. A. (2020). Compassionate flexibility and self-discipline: Student adaptation to emergency remote teaching in an integrated engineering energy course during COVID-19. *Education Sciences*, *10*, 304. <https://doi.org/10.3390/educsci10110304>

Gonzalez, T., De la Rubia, M. A., Hincz, K. P., Comas-Lopez, M., Subirats, L., Fort, S., & Sacha, G. M. (2020). Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PLoS ONE*, *15*(10), e0239490. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239490>

Gopal, A., Sharma, A. J., & Subramanyam, M. A. (2020). Dynamics of psychological responses to COVID-19 in India: A longitudinal study. *PLoS ONE*, *15*(10), e0240650. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240650>

- Hamann, K., Glazier, R. A., Wilson, B. M., & Pollock, P. H. (2020). Online teaching, student success, and retention in political science courses. *European Political Science*.
<https://doi.org/10.1057/s41304-020-00282-x>
- Hawryluck, L., Gold, W. L., Robinson, S., Pogorski, S., Galea, S., & Styra, R. (2004). SARS control and psychological effects of quarantine, Toronto, Canada. *Emerging Infectious Diseases*, *10*(7), 1206–1212. <https://doi.org/10.3201/eid1007.030703>
- Heffner, J., Vives, M.-L., & FeldmanHall, O. (2021). Emotional responses to prosocial messages increase willingness to self-isolate during the COVID-19 pandemic. *Personality and Individual Differences*, *170*, 110420.
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.110420>
- Holen, S., Waaktaar, T., & Sagatun, Å. (2018). A Chance Lost in the Prevention of School Dropout? Teacher-Student Relationships Mediate the Effect of Mental Health Problems on Noncompletion of Upper-Secondary School. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *62*(5), 737–753. <https://doi.org/10.1080/00313831.2017.1306801>
- Hong, K. S. (2002). Relationships between students' and instructional variables with satisfaction and learning from a Web-based course. *Internet and Higher Education*, *5*(3), 267–281. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(02\)00105-7](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(02)00105-7)
- Hviid, C. A., Pedersen, C., & Dabelsteen, K. H. (2020). A field study of the individual and combined effect of ventilation rate and lighting conditions on pupils' performance. *Building and Environment*, *171*, 106608. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106608>
- Ibrahim, A., Al Kaabi, A., & El Zaatari, W. (2013). Teacher resistance to educational change in the United Arab Emirates. *International Journal of Research Studies in Education*, *2*(3), 25–36. <https://doi.org/10.5861/ijrse.2013.254>
- Jacques, S., Ouahabi, A., & Lequeu, T. (2020). Remote Knowledge Acquisition and Assessment During the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Engineering*

Pedagogy, 10(6), 120. <https://doi.org/10.3991/ijep.v10i6.16205>

Khalil, R., Mansour, A. E., Fadda, W. A., Almisnid, K., Aldamegh, M., Al-Nafeesah, A., Alkhalifah, A., & Al-Wutayd, O. (2020). The sudden transition to synchronized online learning during the COVID-19 pandemic in Saudi Arabia: A qualitative study exploring medical students' perspectives. *BMC Medical Education*, 20, 285.

<https://doi.org/10.1186/s12909-020-02208-z>

Kyne, S. H., & Thompson, C. D. (2020). The COVID cohort: Student transition to university in the face of a global pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3381–3385.

<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00769>

Linh, P. D., & Trang, T. N. (2020). Pandemic, social distancing, and social work education: students' satisfaction with online education in Vietnam. *Social Work Education*, 39(8), 1074–1083. <https://doi.org/10.1080/02615479.2020.1823365>

Luan, L., Hong, J.-C., Cao, M., Dong, Y., & Hou, X. (2020). Exploring the role of online EFL learners' perceived social support in their learning engagement: a structural equation model. *Interactive Learning Environments*.

<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1855211>

Magson, N. R., Freeman, J. Y. A., Rapee, R. M., Richardson, C. E., Oar, E. L., & Fardouly, J. (2021). Risk and Protective Factors for Prospective Changes in Adolescent Mental Health during the COVID-19 Pandemic. *Journal of Youth and Adolescence*, 50, 44–57.

<https://doi.org/10.1007/s10964-020-01332-9>

McInerney, J. M., & Roberts, T. S. (2004). Online Learning: Social Interaction and the Creation of a Sense of Community. *Journal of Educational Technology & Society*, 7(3), 73–81.

Moorhouse, B. L. (2020). Adaptations to a face-to-face initial teacher education course 'forced' online due to the COVID-19 pandemic. *Journal of Education for Teaching*,

46(4), 1–3. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1755205>

Nassr, R. M., Aborujilah, A., Aldossary, D. A., & Aldossary, A. A. A. (2020). Understanding Education Difficulty During COVID-19 Lockdown: Reports on Malaysian University Students' Experience. *IEEE Access*, 8, 186939–186950.

<https://doi.org/10.1109/access.2020.3029967>

Odrizola-González, P., Planchuelo-Gómez, Á., Iruñia, M. J., & de Luis-García, R. (2020). Psychological effects of the COVID-19 outbreak and lockdown among students and workers of a Spanish university. *Psychiatry Research*, 290, 113108.

<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113108>

Parrott, W. G. (2001). *Emotions in social psychology*. Psychology Press.

Parvez, M. S., Rahman, A., & Tasnim, N. (2019). Ergonomic mismatch between students anthropometry and university classroom furniture. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 20(5), 603–631. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2019.1617909>

Piccoli, G., Ahmad, R., & Ives, B. (2001). Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic it skills training. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 25(4), 401–426.

<https://doi.org/10.2307/3250989>

Plutchik, R. (1994). *The Psychology and Biology of Emotion*. HarperCollins College Publishers.

Procentese, F., Capone, V., Caso, D., Donizzetti, A. R., & Gatti, F. (2020). Academic community in the face of emergency situations: Sense of responsible togetherness and sense of belonging as protective factors against academic stress during covid-19 outbreak. *Sustainability*, 12(22), 9718. <https://doi.org/10.3390/su12229718>

Puljak, L., Čivljak, M., Haramina, A., Mališa, S., Čavić, D., Klinec, D., Aranza, D., Mesarić, J., Skitarelić, N., Zoranić, S., Majstorović, D., Neuberg, M., Mikšić, Š., & Ivanišević, K.

- (2020). Attitudes and concerns of undergraduate university health sciences students in Croatia regarding complete switch to e-learning during COVID-19 pandemic: a survey. *BMC Medical Education*, 20, 416. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02343-7>
- Radu, M. C., Schnakovszky, C., Herghelegiu, E., Ciubotariu, V. A., & Cristea, I. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on the quality of educational process: A student survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7770. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217770>
- Ramos-Morcillo, A. J., Leal-Costa, C., Moral-García, J. E., & Ruzafa-Martínez, M. (2020). Experiences of nursing students during the abrupt change from face-to-face to e-learning education during the first month of confinement due to COVID-19 in Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5519. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155519>
- Realyvásquez-Vargas, A., Maldonado-Macías, A. A., Arredondo-Soto, K. C., Baez-Lopez, Y., Carrillo-Gutiérrez, T., & Hernández-Escobedo, G. (2020). The Impact of Environmental Factors on Academic Performance of University Students Taking Online Classes during the COVID-19 Pandemic in Mexico. *Sustainability*, 12(21), 9194. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/21/9194>
- Rodríguez-Rodríguez, E., Sánchez-Paniagua, M., Sanz-Landaluze, J., & Moreno-Guzmán, M. (2020). Analytical Chemistry Teaching Adaptation in the COVID-19 Period: Experiences and Students' Opinion. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2556–2564. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00923>
- Rosenberg, H., & Asterhan, C. S. C. (2018). “WhatsApp, Teacher?” Student Perspectives on Teacher-Student WhatsApp Interactions in Secondary Schools. *Journal of Information Technology Education Research*, 4081, 205–226. <https://doi.org/10.28945/4081>
- Saravanan, C., Mahmoud, I., Elshami, W., & Taha, M. H. (2020). Knowledge, Anxiety, Fear,

- and Psychological Distress About COVID-19 Among University Students in the United Arab Emirates. *Frontiers in Psychiatry, 11*, 582189.
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.582189>
- Scull, J., Phillips, M., Sharma, U., & Garnier, K. (2020). Innovations in teacher education at the time of COVID19: an Australian perspective. *Journal of Education for Teaching, 46*(4), 497–506. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1802701>
- Son, C., Hegde, S., Smith, A., Wang, X., & Sasangohar, F. (2020). Effects of COVID-19 on college students' mental health in the United States: Interview survey study. *Journal of Medical Internet Research, 22*(9), e21279. <https://doi.org/10.2196/21279>
- Sun, P. C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y. Y., & Yeh, D. (2008). What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers and Education, 50*(4), 1183–1202.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007>
- Tang, T., Abuhmaid, A. M., Olaimat, M., Oudat, D. M., Aldhaeebi, M., & Bamanger, E. (2020). Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>
- UNESCO. (2020). *COVID-19 and higher education: Today and tomorrow. Impact analysis, policy responses and recommendations*. <http://www.iesalc.unesco.org/en/wp-content/uploads/2020/04/COVID-19-EN-090420-2.pdf>
- UNESCO, UNICEF, & The World Bank. (2020). *What Have We Learnt? : Overview of Findings from a Survey of Ministries of Education on National Responses to COVID-19*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34700>
- Van Nuland, S., Mandzuk, D., Tucker Petrick, K., & Cooper, T. (2020). COVID-19 and its effects on teacher education in Ontario: a complex adaptive systems perspective. *Journal of Education for Teaching, 46*(4), 442–451.

<https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1803050>

Wang, X., Tang, L. (Rebecca), & Kim, E. (2019). More than words: Do emotional content and linguistic style matching matter on restaurant review helpfulness? *International Journal of Hospitality Management*, 77, 438–447.

<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.08.007>

World Health Organization. (2021). *Looking back at a year that changed the world. Who's Response To COVID-19*. <https://www.who.int/publications/m/item/looking-back-at-a-year-that-changed-the-world-who-s-response-to-covid-19>

World Health Organization, & Regional Office for Europe. (2020). *Pandemic fatigue: reinvigorating the public to prevent COVID-19: policy framework for supporting pandemic prevention and management*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337574>

Yamaguchi, K., Takebayashi, Y., Miyamae, M., Komazawa, A., Yokoyama, C., & Ito, M. (2020). Role of Focusing on the Positive Side During COVID-19 Outbreak: Mental Health Perspective From Positive Psychology. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 12(S1), S49–S50. <https://doi.org/10.1037/tra0000807>

Zhong, L., Yuan, J., & Fleck, B. (2019). Indoor environmental quality evaluation of lecture classrooms in an institutional building in a cold climate. *Sustainability*, 11(23).

<https://doi.org/10.3390/su11236591>

Zhou, P., Yang, X. Lou, Wang, X. G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H. R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C. L., Chen, H. D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R. Di, Liu, M. Q., Chen, Y., Shen, X. R., Wang, X., ... Shi, Z. L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 579(7798), 270–273.

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>

Zurlo, M. C., Cattaneo Della Volta, M. F., & Vallone, F. (2020). COVID-19 Student Stress Questionnaire: Development and Validation of a Questionnaire to Evaluate Students'

Stressors Related to the Coronavirus Pandemic Lockdown. *Frontiers in Psychology*, *11*, 576758. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.576758>

Table 1*Academic course and lockdown conditions of the participants*

Baseline characteristic	Time 1 ^a		Time 2 ^b	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Academic course				
Second-year	22	18.0	41	31.1
Third-year	62	50.8	52	39.4
Fourth-year	38	31.1	39	29.5
Residence				
Family home	119	97.5	112	85
Student flat	3	2.5	12	9
University residence	0	0	8	6
Workspace				
Personal bedroom	79	64.8	92	69.7
Home office	25	20.5	18	13.6
Common area	18	14.8	22	16.7

Note. N = 254.^a*n* = 122. ^b*n* = 132.

Table 2*Descriptive Statistics and Mann-Whitney Test at Time 1 and Time 2*

Variables	No. of items	Range	Time 1 ^a		Time 2 ^b		<i>U</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
			<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
Quality of online classes	1	1-4	2.5	0.7	2.5	0.7	7540	0.97	.334
Academic development	1	1-3	1.4	0.6	1.4	0.6	7909	-0.30	.765
Workspace conditions	1	1-4	2.7	0.8	2.9	0.7	6864	2.23	.026
Adaptation of the course	4	1-4	2.6	0.6	2.7	0.5	7146	1.57	.116
Connection with other students and teachers	4	1-4	2.2	0.5	1.8	0.5	4361	-6.38	.000

Note. $N = 254$.^a $n = 122$. ^b $n = 132$.

Table 3*Intercorrelations for Study Variables at Time 1 and Time 2*

Variable	1	2	3	4	5
1. Academic development	-	.176	.403***	.358***	.237**
2. Connection with other students and teachers	.282**	-	.274**	.340***	.118
3. Quality of online classes	.496***	.265**	-	.409***	.258**
4. Adaptation of the course	.435***	.298**	.571***	-	.313***
5. Workspace conditions	.243**	.188*	.423***	.393***	-

Note. The results for the Time 1 sample ($n = 122$) are shown above the diagonal. The results for the Time 2 sample ($n = 132$) are shown below the diagonal.

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Table 4*Chi-Square Results for Connection with Other Students and Teachers in Students' Emotions*

Variable	Disconnected ^a		Connected ^b		X^2	p	ϕ
	n	%	n	%			
Calm	30	15.3%	18	31.0%	6.23	.013	.169
Worry	101	51.5%	20	34.5%	4.55	.033	-.143
Confusion	115	58.7%	23	39.7%	5.78	.016	-.160
Discouragement	153	78.1%	33	56.9%	9.18	.002	-.201
Boredom	127	64.8%	34	58.6%	0.49	.482	-.054
Annoyance	74	37.8%	12	20.7%	5.08	.024	-.151
Trust	5	2.6%	8	13.8%	9.45	.002	.214
Vigilance	55	28.1%	8	13.8%	4.15	.042	-.139

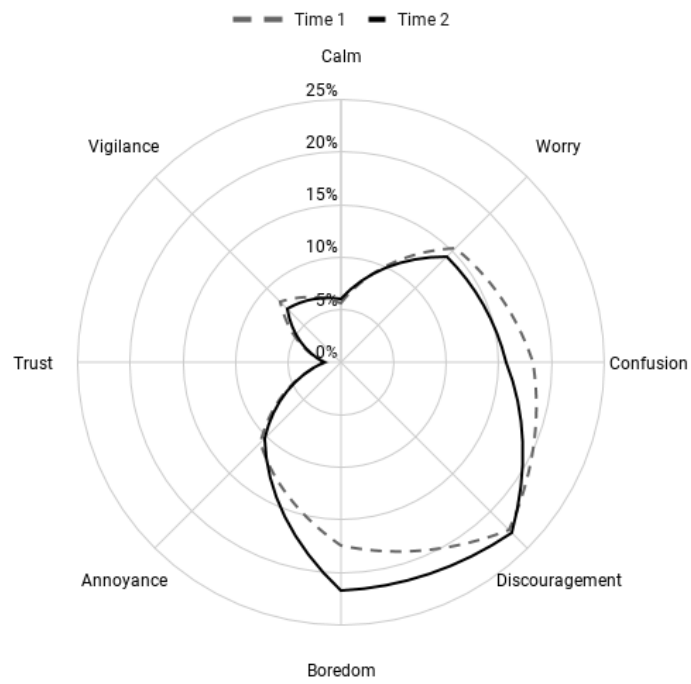
Note. $N = 254$.^a $n = 196$. ^b $n = 58$.

Table 5*Best Practices in Online Teaching During COVID-19 Lockdown*

Category	Code	<i>n</i>	%
Communication	Instant messaging	10	5.3
	E-mail	9	4.8
	Forum	2	1.1
	Social networks	2	1.1
Classes	Record and share classes	37	19.6
	Individual or small group tutoring	18	9.5
	Sessions to resolve doubts	9	4.8
	Live problem solving	3	1.6
	Synchronous learning	3	1.6
	Asynchronous learning	3	1.6
Course adaptation to the online format	Provide solved problems	10	5.3
	Provide support videos	10	5.3
	Adapt the statement of the projects	5	2.6
	Provide extra support documentation	5	2.6
	Make assignment deadlines more flexible	4	2.1
	Small workgroups	4	2.1
	Adapt evaluation methods	4	2.1
	Follow-up activities (as questionnaires or discussions)	3	1.6
Teachers	Fast answers	20	10.6
	Supportive attitude	19	10.1
	Frequent contact	2	1.1
Other practices		7	3.7
Total		189	100

Figure 1

Changes in Students' Emotions between Time 1 and Time 2



Note. $N = 254$. Time 1 $n = 122$. Time 2 $n = 132$.

Capítol 4.

Tercera publicació

Impacte de la COVID-19 en
l'ensenyament i l'aprenentatge
d'un curs d'enginyeria gràfica

Resum

La situació actual derivada de la crisi de la COVID-19 està generant reptes sense precedents a tota la comunitat educativa, tot i que les institucions d'educació superior han demostrat la seva capacitat d'adaptar-se ràpidament i amb gran flexibilitat a la crisi. Des de l'inici de la pandèmia, els i les estudiants estan experimentant amb nous entorns d'aprenentatge i utilitzen un gran nombre de recursos, dels quals l'impacte en l'aprenentatge de l'alumnat encara no s'ha descobert i s'està investigant. També hi ha moltes incògnites per resoldre sobre com els ha afectat la situació de confinament. Aquesta investigació aporta noves evidències sobre aquest fenomen sense precedents en els aspectes relacionats amb l'aprenentatge i l'efecte del confinament en una assignatura d'Enginyeria Gràfica mitjançant una enquesta transversal realitzada amb un grup d'estudiants ($n=264$) durant el període de pandèmia i fent ús de la triangulació de dades. També s'ha dut a terme una comparació quantitativa de les notes finals dels alumnes entre la situació d'emergència i la situació prèvia al confinament. Els resultats mostren una relació clara i directa entre el rendiment acadèmic dels i de les estudiants en període de pandèmia i variables com el grau d'atenció, el temps dedicat a les tasques assignades i les condicions de l'espai de treball. Les activitats formatives més ben avaluades són el projecte i els vídeos d'exercicis. En general, les dones estan més satisfetes amb el seu rendiment acadèmic i avaluen les pràctiques de manera més positiva que els homes. Tot i que s'ha trobat que les respostes de les dones tenen una mica més de variabilitat que les dels homes, no es poden extreure resultats significatius. Les qualificacions finals i les qualificacions de la competència d'aprenentatge autònom de l'assignatura van augmentar lleugerament a l'inici del període pandèmic respecte a períodes anteriors, però durant el següent trimestre de confinament les qualificacions es van mantenir o fins i tot van disminuir respecte al període pre-pandèmia. Finalment, l'estudi identifica les bones pràctiques que seran de valor per a l'ensenyament a distància i l'ensenyament en enginyeria més enllà de la situació de pandèmia.

Baltà-Salvador, R., Olmedo-Torre, N., Mujica, L. E., & Peña, M. (2022). Impact of COVID-19 on the teaching and learning of a graphic engineering course. *International Journal of Engineering Education*, 38(2), 335-349.

The Editor of the International Journal of Engineering Education (IJEE) has given permission to use the published PDF version of the paper in this dissertation.

Impact of COVID-19 on the Teaching and Learning of a Graphic Engineering Course*

ROSÓ BALTA-SALVADOR

Department of Graphic and Design Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya, C. Colom 11, 08222 Terrassa, Spain.
E-mail: roso.balta@upc.edu

NOELIA OLMEDO-TORRE

Department of Graphic and Design Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Eduard Maristany 16, 08019 Barcelona, Spain. E-mail: n.olmedo@upc.edu

LUIS EDUARDO MUJICA

Department of Mathematics, Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Eduard Maristany 16, 08019 Barcelona, Spain.
E-mail: luis.eduardo.mujica@upc.edu

MARTA PEÑA

Department of Mathematics, Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Diagonal 647, 08028 Barcelona, Spain.
E-mail: marta.pena@upc.edu

The current situation derived from the COVID-19 crisis is generating unprecedented challenges throughout the educational community, although higher education institutions have demonstrated their ability to adapt very quickly and with great flexibility to the crisis. Since the beginning of the pandemic, students are experiencing new learning environments and employing a broad set of resources whose impact on their overall learning has yet to be discovered and is being investigated. There are also many unknowns to solve about how the lockdown has affected them.

This research provides new evidences on this unprecedented phenomenon about aspects related to their learning and their effect on confinement in a Graphic Engineering subject through a cross-sectional survey conducted with a students' group ($n = 264$) during the pandemic period using triangulation of data analysis. A quantitative comparison of the final marks of the students has also been made between the emergency situation and the one before the confinement.

The results show a clear and direct relationship between academic performance of the students in pandemic period and variables such as the degree of attention, the time spent on assigned tasks and the conditions of the workspace. The best evaluated training activities are the project and the exercise videos. In general, women are more satisfied with their academic performance and evaluate the practices more positively than men. Although the responses of women have been found to have somewhat more variability than those of men, no meaningful results can be extracted. Final marks and the marks of the autonomous learning competence of the subject increased slightly at the beginning of the pandemic period compared to previous periods, but in the following quarter of confinement the marks were maintained or even decreased with respect to the pre-pandemic period. Finally, the study identifies best practices that will be of value for distance teaching and engineering education beyond the pandemic situation.

Keywords: engineering education; graphic engineering; distance learning; COVID-19 pandemic; academic development

1. Introduction

1.1 Theoretical Framework

Closing universities and cancelling all face-to-face activities have become an inevitable reality in most parts of the world. Universities are progressively reformulating and adapting new learning activities and different assessment methodologies derived from distance education [1–4]. For engineering schools, this change has been a great challenge since laboratory classes and practical applications in which direct contact between students and teachers and teamwork between students are an essential part of the curriculum. The exceptional situation generated by the COVID-19 pandemic allows studying how distance education has impacted all students, even those who would not

have chosen online studies and degrees such as engineering that are generally not offered online.

In the previous literature on the factors that intervene in the transition towards distance education models, the perceived quality of the courses and how the classes are taught have been highlighted as decisive factors in students' satisfaction and learning process [5–7]. For this reason, it is crucial that when designing online courses take into account the adaptation of the content to online platforms, the pedagogy, the methodologies, and the technology used to implement them [8].

Due to the unprecedented context derived from the COVID-19 pandemic, the literature on the impact of this sudden transition to online education methods on engineering studies is still limited [9, 10]. Furthermore, although some studies try to

identify the impact of distance learning on students' academic development and the variables that have intervened, the results show contradictions and are not conclusive. Some studies point out that the lockdown has not affected the students' performance and their outcomes [11, 12], as in the case of the research in engineering studies by Jacques et al. [13] in which it is shown that the students' performance has not been reduced and that the grades they obtained are similar to those expected in face-to-face teaching. However, other studies show that students are concerned about the negative impact that the situation will have on their academic results [14, 15], and indicate that during distance classes the performance has decreased [8]. The lack of consistency in the results of the studies can be due to different factors such as the measures that each country implemented to face the health crisis and the lockdown conditions, causing that in some countries classes were suspended from the beginning of the pandemic, while others only reduced the proportion of face-to-face classes or postponed the start of the semester [16]. Other factors that can cause these variations in the results may be the resources available to students, the teaching methodologies used in each subject and university, and the differences between the academic fields that make some degrees more challenging to adapt to distance teaching. For this reason, new studies are needed to provide evidence on the impact that the transition to distance learning has had on students from different countries and academic areas during the COVID-19 pandemic.

Other issues that have received attention in the literature during COVID-19 have been the adaptation of classes and exams to distance teaching and the support students have received from their teachers, although contradictions are also found in the assessment that students make of these aspects. In some studies, students are less satisfied with distance classes and assessment methods compared to face-to-face education [17] and show dissatisfaction with the support received from their teachers [18], which in turn is related to an increase in the perceived workload [15–19]. In the study by Tang et al. [20] on engineering students, it is shown that students are generally dissatisfied with the impact of online courses on their learning. This dissatisfaction with the quality and the implementation of the distance classes can become a barrier to the acquisition of knowledge and the commitment of the students [12]. For example, Hamman et al. [21] suggest that those students who have received the classes online during the COVID-19 pandemic are less likely to be successful than those who have received face-to-face classes. On the other hand, some studies show that students are satisfied with

the classes and the support received from the teaching staff during the online learning [13–22] and that they think that the evaluation methods have been duly adapted to non-face-to-face teaching [23].

Previous studies have described the lockdown situation as an unpleasant experience that can involve boredom and uncertainty [24, 25] and reported adverse psychological effects that can cause to the people who suffer it [26]. However, in situations such as the COVID-19 health crisis, it is necessary to implement lockdown measures to stop the virus's spread, so it is necessary to investigate how to reduce its negative impact and minimize the negative feelings generated by the isolation. Research in pedagogy and education indicates that interactions between students and with teachers are essential for academic performance and students' satisfaction [27–29], so the isolation caused by lockdown implies a significant challenge in the educational experience of students [29]. In confinement situations, having a good contact with other students and teachers can reduce the negative impact of the lockdown on students' mental health [30–32]. In contrast, the lack of these relationships with the academic community is related to greater academic stress [33], so the adverse psychological effects of lockdown on students can be increased if there is a lack of interaction with their peers and teachers.

In Spain, Royal Decree 463/2020 [34], of March 14, which declared a state of alarm for the management of the health crisis situation caused by COVID-19, declared in its article 9 the containment measures in the field of education and training, and suspended face-to-face educational activity in all centers and stages, cycles, degrees, courses and levels of education, including university education, as well as any other educational or training activity taught in other public or private centers. During the entire suspension period, educational activities would be maintained through distance and online modalities, whenever possible. For this reason, the elements of the training programs were inevitably altered, such as face-to-face training activities, laboratories and internships, external internships, Erasmus and other mobility programs, etc. The Spanish public universities (autonomous entities) agreed that all the classes and the evaluation processes should follow their normal course but adapted to the non-face-to-face format and always respond to the European criteria and guidelines, especially in the quality assurance considerations applied to the online teaching.

Based on the context of the aforementioned literature, this work considers the effects caused by the pandemic and confinement (since March

15, 2020) in students enrolled in the subject of Graphic Engineering (GE) and aims to provide new empirical data that shed light on issues for which there is still no consensus in the scientific literature. The research presented in this article analyzes and discusses how, based on confinement, educational strategies have had to adapt to the available resources to develop an adapted e-learning context to improve student training.

This research also aims to identify the best practices that teachers have implemented in the online classes during the pandemic that facilitated students' online learning process. This article can help instructors and institutions improve classroom and online teaching beyond the pandemic situation.

1.2 Study Objectives and Research Questions

This paper focuses on these research questions:

- How has confinement affected students' academic performance?
- What has been the satisfaction of the students in relation to the teaching of the subject?
- Are there differences according to students' gender?

To empirically answer these questions and in order to provide insights in the training of engineers, this study presents two measurement instruments. Firstly, a quantitative analysis of the segmentation of the student's profile according to the degree of learning collected in a cross-sectional survey of a group with a non-probabilistic voluntary sample. Secondly, a quantitative comparison on the real learning of the students between the emergency situation and the previous situation; these are the final marks of six groups of classes that took the course in 2020 and 2021 compared to the final marks of four groups that took the course before confinement (2018–2019).

1.3 Context of the Study

GE is a compulsory first-year subject, which carries six ETCS (European Credit Transfer System) credits. The subject is taught during the first and the second quarter with 14 sessions each quarter. The class groups, 24 in total, consisted of approximately 30 students in morning (M) or afternoon (A) sessions in all the degree courses (Electrical Engineering, Mechanics, Chemistry, Industrial Electronics, Biomedicine, Energy and Materials) at the Barcelona East School of Engineering (EEBE) from the Universitat Politècnica de Catalunya. UPC-BarcelonaTech (UPC) in Spain.

The challenge that the educational system has had to face to reinvent itself overnight in the distance mode has not been an easy task. New forms of pedagogy had to be accelerated, at the

same time that much of online education was delivered in its most basic forms. There simply was not time to rethink pedagogy, work with new instructional designs, specially designed teaching materials for online training, and of course to train teachers to deliver online training. The confinement caused by the pandemic was applied from the third face-to-face class. Due to this, the learning methods had to be adapted to the online model using the Google Meet[®] tool for distance classes, different tutorials and problem-solving videos were created in a matter of weeks (with financial help from the institution to which the authors belong) and the teaching staff relied on pre-existing methodologies that the subject already had, such as a Virtual Classroom, online theoretical test and computer tools provided by the institution for distance sessions (Google Classroom[®]). The evaluation had to be agreed, modified and rethought to facilitate and make the availability of the students more flexible. The delivery times of evaluable individual works (Deliverables) and the times in which the exams were carried out were extended. Students with problems had the possibility of taking the exam on another day if they requested it.

The activities carried out (inside and outside the classroom) are diverse: theoretical learning through a self-assessment test, problem-solving with the use of solid modeling tools through computer-aided design (CAD) supported by videos, hand sketches elevation, and the elaboration of a final project in the group of an engineering set, among other activities. The learning of the subject is structured in three blocks (Theory, Laboratory and Project).

The Theory encourages individual responsibility and self-study activities for theoretical content outside of class time. In order to verify that the objectives set during the self-learning process have been met, the student is presented with 10 tests (of the 10 theoretical topics of the class) of multiple-choice self-assessment in the virtual classroom to be carried out in a voluntary and outside of school hours.

In the Laboratory it is modeled in 3D and the plans are made from an axonometric projection. Several (2 to 3) exercises are solved per class using the CAD Solidworks Education Edition 2020[®] tool. Each of the exercises are of great importance to understand and carry out the project that students must deliver at the end of the course. If the exercises are not completed in the classroom, students must deliver them in a short period of time. The level of complexity of the exercises increases throughout the course. Two aids are introduced to help the student to carry them out: Video exercises for the resolution of pieces and Tutorials from the tool itself.

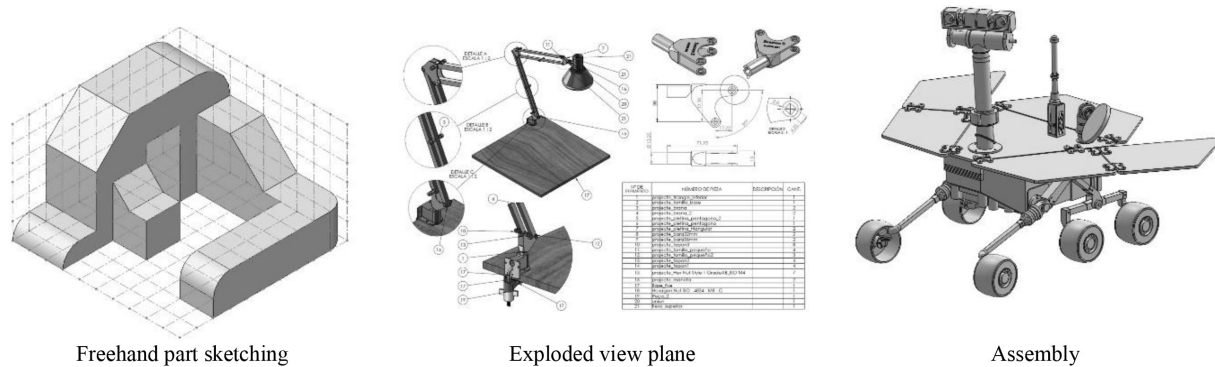


Fig. 1. Examples of deliverables carried out by the students of the subject.

Finally, at the end of the classes, an original engineering Project is delivered that consists of a set of different mechanical components. The project content should include a short report, freehand drawings of the parts, printed plans with projections of each part, exploded views, specific movements, assemblies, and a video presentation of the project.

Fig. 1 shows examples of the different deliverables of work carried out by the students of the subject. It shows a freehand sketching exercise, an exploded view plane, and a finished assembly.

The assessment of the autonomous learning generic competence is assigned to the subject GE [35] together with the specific competencies. This autonomous learning competence is acquired and assessed through the execution of different activities (theory and project) during the application of knowledge on standardization, technical drawing, and spatial geometry. The specific objectives of the subject can be seen at this link (<https://tinyurl.com/ydz3egp7>) (Spanish language). The complete study guide for students to follow all the academic activities of the course can be seen at this link (<https://tinyurl.com/y7yghw6h>) (Catalan language).

2. Methodology

2.1 First Instrument: Quantitative Segmentation Analysis of the Student's Profile According to the Degree of Learning

A voluntary and anonymous online survey (<https://tinyurl.com/buyo7rkx>) (Spanish language) of a cross-sectional and analytical-descriptive type, mostly with closed questions, was sent. The Google Forms[®] form has been used among students who took the course from March to December 2020, that is, students from the second quarter of the 2019/20 academic year and the first quarter of the 2020/21 academic year. The objective of this survey was to know the opinion of the students about how they faced their studies in the confinement stage, their satisfaction with the subject and also with the new learning methods used. The

survey was conducted on the last day of class (session 14) and was sent to a total of 810 students. With the data obtained, a descriptive and quantitative study was carried out analyzing the relationship of the different variables collected from the closed questions. The answers were first separated into four groups according to the degree of satisfaction with respect to “understanding and learning the contents of the subject” variable (“Strongly agree” = 4, “Agree” = 3, “Disagree” = 2, “Strongly disagree” = 1 and were compared with the rest of most significant variables of the study. In each of the groups, the mean and 95% confidence interval of each of the variables were calculated. The results are compared on a radar chart to determine the relationship between the variables and the degree of satisfaction. Since the collected variables are ordinal, the analysis is strengthened by calculating the Somers's *D* statistics to examine the association between them.

The survey asks about aspects related to the devices used to monitor the subject, the type of Internet connection and a list of the type of work software most used. It also asks about the problems that could have arisen from the confinement and if academic performance has been affected as a result of it. It also asks about the interest, learning and formative activities of the subject and finally about the evaluation methods and the difficulty and workload. Finally, and for the study, those variables that are believed to be most relevant for the research are extracted, with special attention to the variable “Understanding”. Table 1 shows a global description of the questions posed and, in the central column, those variables that we believe are most significant for the study.

The results will be shown through radar charts (or spider diagrams). These diagrams display multi-variable data in a two-dimensional chart revealing the relationships, trade-offs and comparative measures. Each radar chart is a plot that consists of a sequence of equiangular spokes, with each spoke representing one of the variables. All spokes start at

Table 1. Survey questions and most significant variables for the study

Related aspects	Most significant variables for the study	Survey questions
<i>Initial aspects</i>	Gender ¹	– Gender – Degree
<i>Subject monitoring</i>		– Subject tracking device during confinement – Type of Internet connection used – Work tools used to monitor the subject
<i>Confinement and work</i>	Attention ² Computer_prob ² Resource_prob ² Internet_prob ² Health_prob ² Acad_perform ² Workplace ² Time_spend ²	– Attention to emails and documentation sent – Computer problems – Problems accessing all available resources – Problems to follow the classes normally – Health problems that have prevented tasks from being carried out normally – Affecting academic performance – Work space conditions – Time dedicated to study
<i>Interest, learning and training activities in the subject</i>	Understanding² Tutorials ³ Videos ³ Tests ³ Project ³ Active_work ²	– Understanding and learning the contents of the subject – Usefulness of training activities: Tutorials Videos Tests Project – Carrying out virtual activities
<i>Workload during confinement</i>	Workload ⁴ Comp_difficulty ⁵ General_difficulty ⁵	– Workload – Difficulty compared to other subjects – General difficulty
<i>Evaluation methods</i>	Adapt_Eval ² Useful_Eval ² Fair_Eval ²	– Adaptability of evaluation methods – Usefulness of evaluation methods – Fairness of evaluation methods
<i>Open field question</i>		– Global assessment

¹ “Male, Female”

² “Strongly agree” = 4, “Agree” = 3, “Disagree” = 2, “Strongly disagree” = 1

³ “Very useful” = 4, “Useful” = 3, “Little useful” = 2, “Very little useful” = 1

⁴ “Very large” = 4, “Large” = 3, “Small” = 2, “Very small” = 1

⁵ “Very difficult” = 4, “Difficult” = 3, “Easy” = 2, “Very easy” = 1

the same point representing a value equal to zero and each circumference indicates an increment of 1 in the measure in each variable. In each spoke it is drawn a point which represents the mean of the answers, besides the 95% confidence interval is represented by a straight line over the spoke. This interval gives us information about the variability of the response: the longer the line, the more variability the variable has.

The survey finally asked the students (with an open field response) a global assessment of their learning process during confinement. To perform the qualitative analysis of the responses, the constant comparison technique was used. It is necessary to clearly code each different reason given in the responses and to identify when an answer refers to each reason. An abductive methodology was used to define these motives. Table 2 shows the most important design aspects of the survey.

2.2 Second Instrument: Quantitative Comparison of Student Learning before and during Confinement

The evaluation of the subject (before 2020) consisted of seven pre-established tests set on weeks 5,

9, 10 and 14 of the academic year. Two of these tests were theoretical (TTN and TTG), four practical (CAD1, CAD2, CAD3 and PCA) and a final delivery of the group project (Proj). In the first month of lockdown (April 2020) the new evaluation system was agreed among all the teaching staff who taught the subject. CAD1 and PCA were eliminated and replaced by the delivery of individual works (Deliverables), facilitating the deliveries in quite

Table 2. Most important design aspects of the survey

Survey	Description
Type of survey	Transversal
Population	One-year students of the subject GE
Confidence interval	95%
Sampling error	0.02%
Survey period	March to December 2020
Sample	810 students (answers 264, 32%). Voluntary non-probabilistic
Process	Anonymous online
Data collection instruments	Google Forms [®]
Data analysis instruments	R Studio [®]

Table 3. Comparison of the final marks of the subject, before and during confinement

Final mark of the subject				
Week	Normal period – Before 2020		Pandemic period – 2020, 2021	
	Partial mark	Mark weight	Partial mark	Mark weight
5	CAD1	10%		
9	PCA	10%	Deliverable 1	15%
10	CAD2 / TTN	25% / 15%	CAD2	25%
11			TTN	15%
13			Deliverable 2	5%
14	CAD3 / TTG / Proj	15% / 10% / 15%	CAD3 / TTG / Proj	15% / 10% / 15%

long periods of time with an increase in flexibility in the standards of the didactic guide. Table 3 shows the changes produced in the evaluation before and during confinement.

Where: TTN = Drawing norms self-assessment test; TTG = Self-assessment spatial geometry test; CAD1 = 1st Mid-term exam; CAD2 = 2nd Mid-term exam; CAD3 = 3rd Partial exam spatial geometry; PCA = Mid-term sketching and adjustments; Proj = Project; Deliverables = Delivery of class exercises.

In addition to the final mark of the subject, each student receives a final mark for the autonomous learning competence that is added to their academic record. It is the sum of two components of the Final Mark: two components related to the theory (TTN, TTG) and the project (Proj.), where: Final Mark for the Autonomous Learning Competence = $0.75 \times \text{Proj} + 0.25 \times \text{Theory}$.

In this study, a quantitative comparison of the average final marks of the subject and the average final marks for the autonomous learning of the subject during the pandemic period and the period prior to the pandemic was made. The results and discussion of these findings can be found in sections 3 and 4. Table 4 shows a summary of the different groups in which marks are compared (pre-pandemic and pandemic) along with the number of students and the teaching period.

3. Results

3.1 Results Of The Quantitative Segmentation Analysis of the Student's Profile According to the Degree of Learning

The survey was answered by 264 students (32% of the total number). Among them, 74.6% of the students affirmed to follow the classes during the confinement with a laptop and 23.1% with a desktop computer. The remaining 2.3% did so with a mobile phone or tablet. Regarding the Internet connection, 82.6% of the students used fiber optics and 11% ADSL. The rest of students was divided between public Wi-Fi and mobile data.

The mean responses of the students and their variability have been analyzed according to the degree of learning and understanding of the contents of the subject (“Understanding” variable). From the 264 responses received, 17% of the students consider they strongly agree with having learned and understood the contents of the subject, 60% agree, 19% disagree and 4% strongly disagree. See Fig. 2a.

A comparison of the degree of learning and understanding of the contents of the subject disaggregated by gender was also made. From the responses obtained, 33% corresponded to women. This proportion is in accordance with the proportion of women enrolled in the subject. With respect

Table 4. Summary of the different class groups

Normal period (2018–2019)			Pandemic period (2020)			Pandemic period (2021)		
Groups	Number of students	Teaching period of the subject	Groups	Number of students	Teaching period of the subject	Groups	Number of students	Teaching period of the subject
M22	19	February to May 2018	M22	25	February to May 2020	T12	30	February to May 2021
A31	28	September to December 2018	M61	29	September to December 2020	M21	21	February to May 2021
A92	22	February to May 2019	M51	29	September to December 2020	M31	18	February to May 2021
A22	24	September to December 2019						

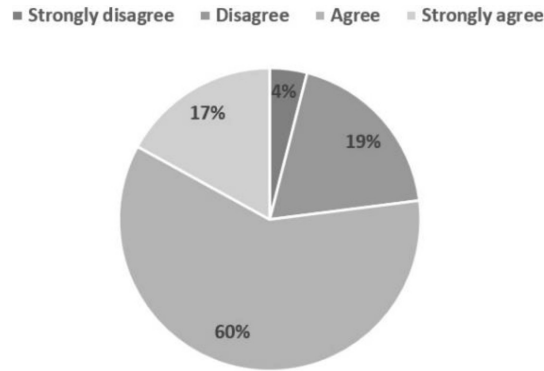


Fig. 2a. Degree of learning and understanding of the contents of the subject.

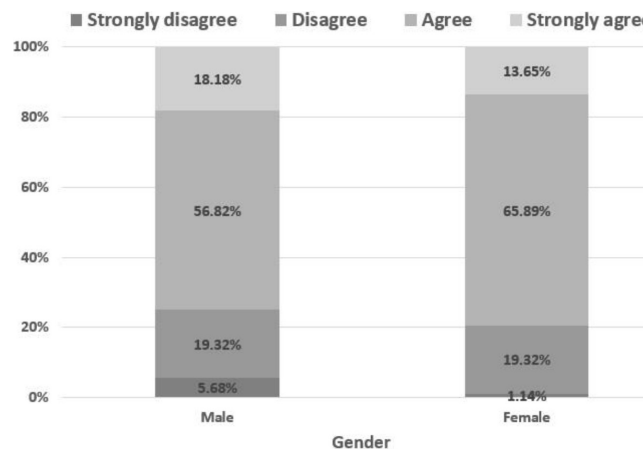


Fig. 2b. Degree of learning and understanding of the contents of the subject disaggregated by gender.

to women, 79.54% (65.89% + 13.65%) agree or strongly agree with having learned and understood the contents of the subject. With respect to men, 75% (56.82% + 18.18%) also agree or strongly agree with the learning of the subject. See Fig. 2b.

Fig. 3d (Strongly disagree), the one which displays the profile of the students who consider that they have not learned neither understood the contents of the subject, corresponds to 4% from Fig. 2a. It can be seen that this profile has high variability in the answers, except on the evaluation aspects (Adapt_eval variable and useful_eval variable), where their values are close to 1 (Strongly disagree). These high variabilities encourage us to ignore their answers. On the opposite side, in the other three cases (Fig. 3.A. Strongly agree, B. Agree and C. Disagree) the variability is very small, so these profiles can be considered as reliable. A clear and direct relationship is observed between the degree of learning and variables such as: attention to emails and documentation sent, the conditions of the workspace and the hours dedicated to studies. For example, with greater attention to emails and notifications from teachers, learning and satisfaction with the subject improve. On the other hand, the inverse relationship between the degree of

learning and problems or difficulties (computer problems, health, access to resources, etc.) is revealed. Finally, the Somer's *D* statistics report (see Fig. 4) shows the highest association or correlation between the degree of learning and the evaluation methods, the project, and the conditions of the workplace. In the opposite, the lowest and inverse association with the degree of learning is given by difficulties and workload.

In the radar charts of Fig. 5, the profiles of the students can be observed according to the degree of learning and gender. The relationships are maintained, but it is observed that, with respect to men, women value almost all the variables with greater satisfaction. In section 4 these results obtained are discussed.

The survey finally asked the students (with an open field response) a global assessment of their learning process during confinement. Some of the most important reasons expressed by the respondents were identified, among which are the availability of having the classes recorded, the consultations based on "Share screen" with the students during the class to answer individual questions, the quick responses by mail, and individual tutorials through the Google Meet[®] tool.

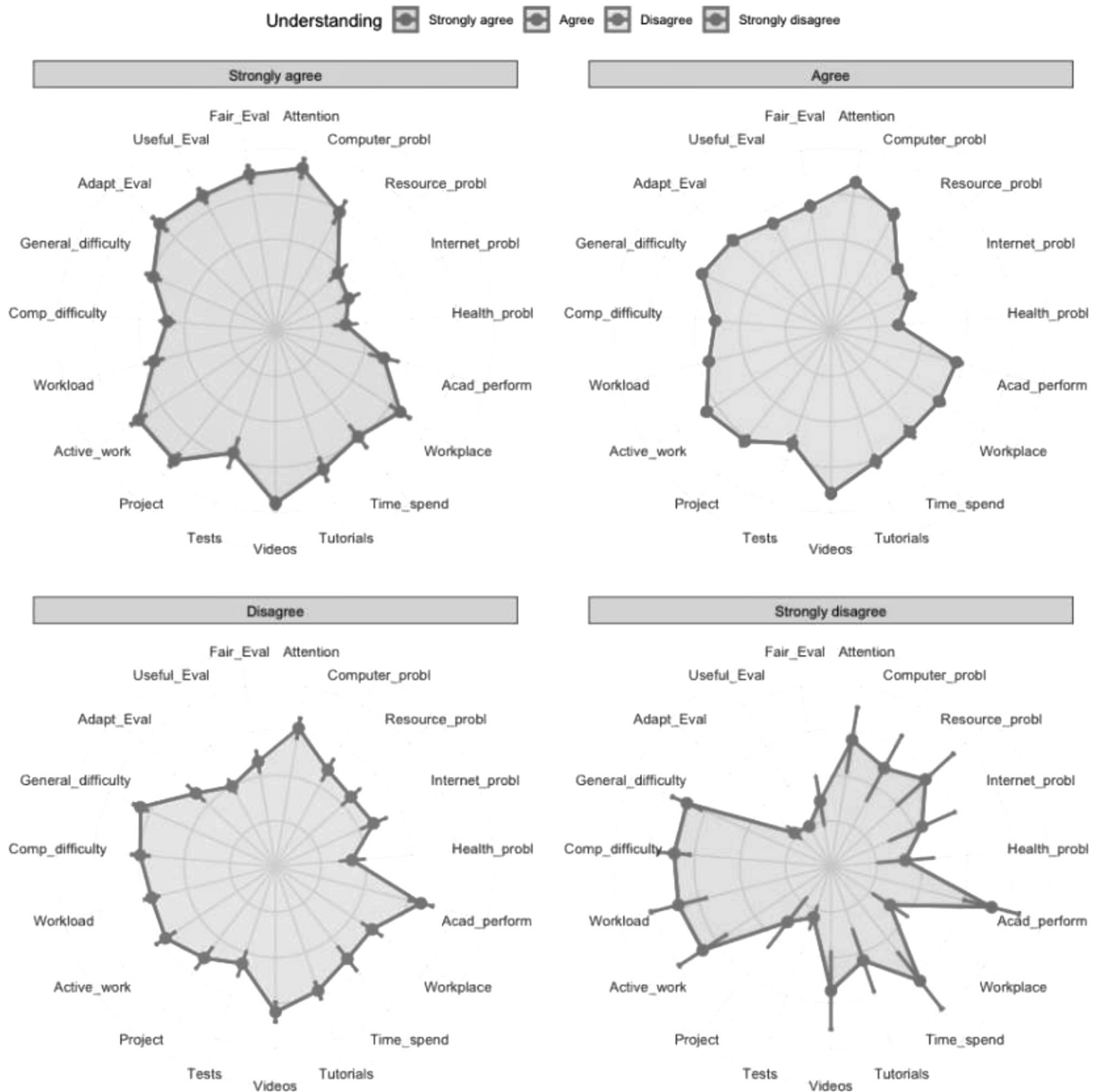


Fig. 3. Radar charts corresponding to “Understanding” variable (A. Strongly agree (44 students), B. Agree (158 students), C. Disagree (51 students), D. Strongly disagree (11 students)).

Some of the opinions of the students about the subject and the teachers are collected: “*Explain the contents of the subject well (sometimes very quickly)*” . . . “*The organization and the examination system have been the best of all the subjects*” . . . “*The classes are not monotonous and boring, there is interaction between the teacher and the students which is very good*” . . . “*The way he addresses the students*” . . . “*A different assessment should have been proposed, giving more importance to the project, and even a couple of projects could have been carried out throughout the quarter with the intention of dividing the mark between them and not giving as much weight to the exams, since the projects tend to*

motivate more to do things that students like to model with SolidWorks” . . . “*Although this subject has taken me a long time, it has helped me to do all the tutorials and tests because it has been very good for me*”.

At the end of the academic year, in the usual meetings of the group of professors of the subject, some aspects related to the workload in these exceptional conditions were discussed. In relation to the volume of work dedicated to virtual teaching by teachers compared to face-to-face teaching in the normal situation, the vast majority of teachers of the GE subject stated that the increase in time spent was 100% or even more. The number of hours

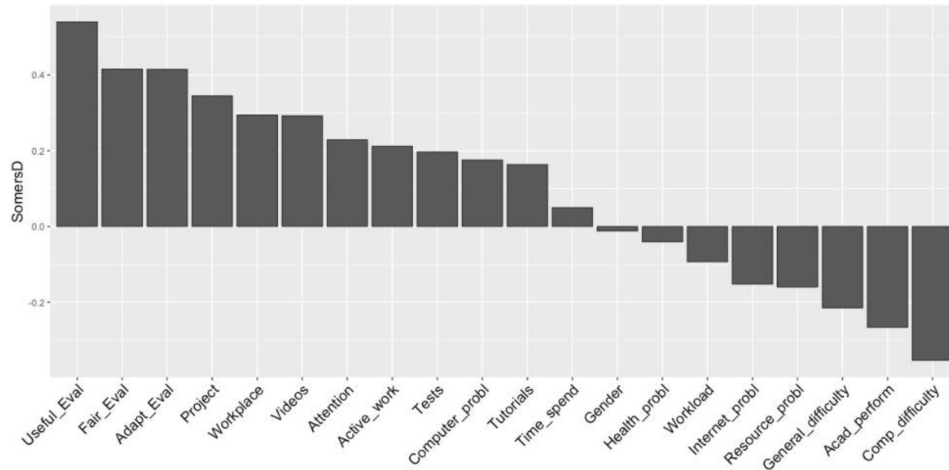


Fig. 4. Somer’s *D* statistics between “Understanding” variable and the rest of variables.

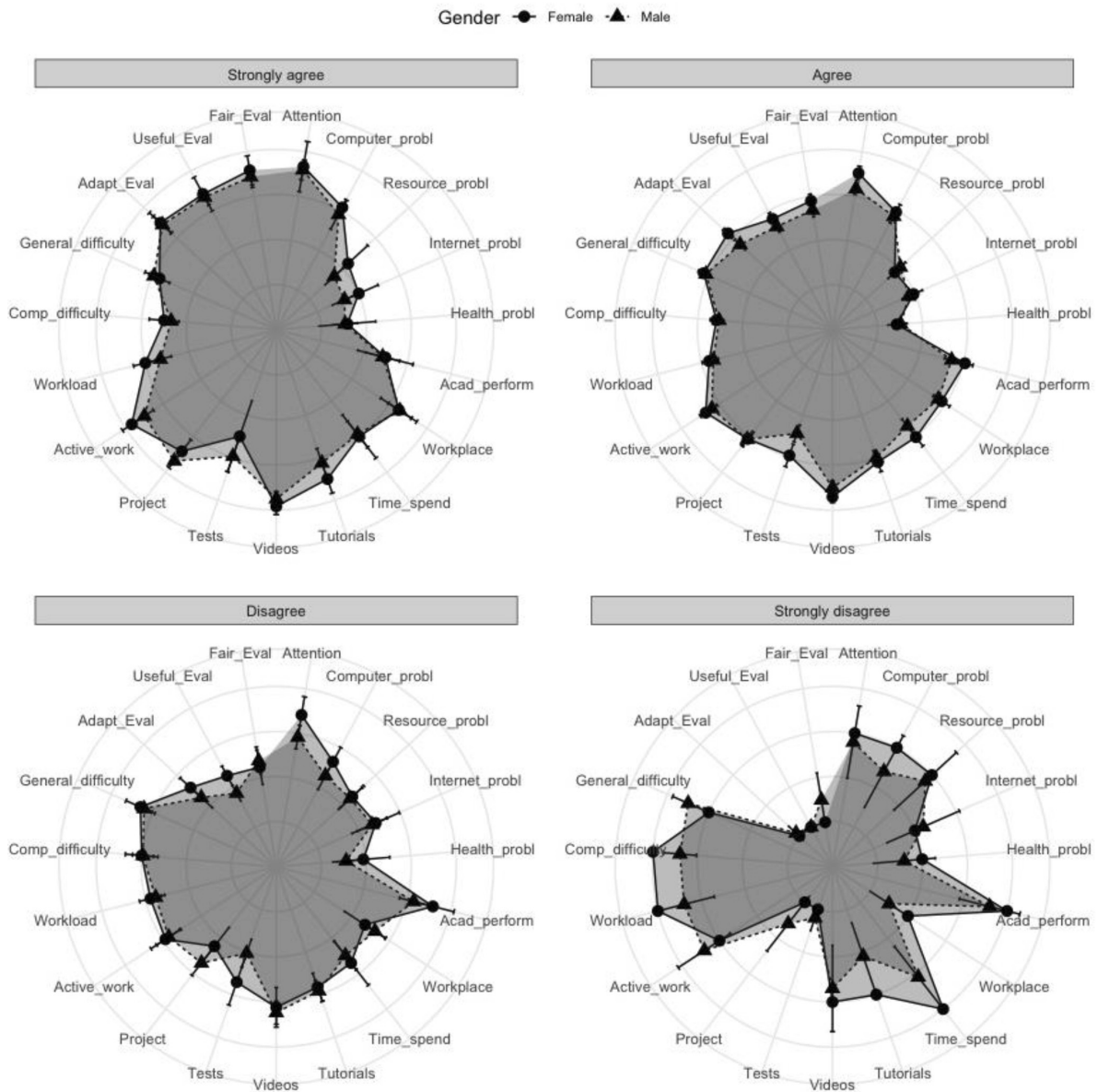


Fig. 5. Radar charts corresponding to “Understanding” variable disaggregated by gender (A. Strongly agree (32 men – 12 women), B. Agree (100 men – 58 women), C. Disagree (34 men – 17 women), D. Strongly disagree (10 men – 1 women)).

devoted to student consultations by email and/or videoconference was one of the most worrying aspects. Regarding the increase in e-mail inquiries in this period of non-face-to-face teaching, they stated that they had increased between 50% and 100% or even more. All agreed that the hours spent on videoconferencing student consultations had increased by at least 3 hours per week compared to face-to-face consultations.

3.2 Results of the Analysis of the Average Marks of the Different Class Groups

Table 5 shows the average and the standard deviation for the final marks of the subject and for the final marks of the autonomous learning competence for the GE subject of six groups of classes from the pandemic period (2020, 2021) compared to four groups of classes from the 2018–2019 period (pre-pandemic). This table highlights aspects such as the number of students who passed the course, the number of students who failed and those who dropped out.

According to the Shapiro-Wilk test, final marks and autonomous learning competence final marks do not come from normal distributions. Therefore, to contrast whether the average of the marks of the pandemic period (2020) have increased with respect to the pre-pandemic period (2018–2019) and pandemic period (2021), the unpaired two-samples Wilcoxon test (also known as Wilcoxon rank sum test or Mann-Whitney test) was conducted. Results show that the average of the pandemic period final

marks (2020) is significantly greater than the average of the pre-pandemic period final marks (2018–2019) with a p -value = 0.0004385. In the same way, the average of the pandemic period final marks (2021) is significantly less than the average of the pandemic period final marks (2020) with a p -value = 3.998e-08. In other words, marks returned to drop even more than the pre-pandemic period (with a p -value = 0.003177). Autonomous learning competence final marks follow the same pattern with similar p -values (p -value = 0.004061, p -value = 8.176e-11, and p -value = 1.007e-07, respectively).

4. Discussion

Some experiences related to the classes given and an overall assessment of the impressions of the teachers who taught the subject during the lockdown are discussed below. Online class attendance was close to 100% in most groups, unlike in previous years where class attendance was not as high. The high number of students who attended the online classes suggests the need for communion between the student and the teaching staff. Studies show that the feeling of isolation worsens significantly as confinement time increases. Therefore, it is necessary to implement adequate contact mechanisms between students and teachers in online educational systems, as explained in the Introduction section [13, 14]. The low academic dropout rate of students during the pandemic also stands out. Table 5 shows the low number of students who dropped out of the

Table 5. Average and standard deviation of the final marks and of the final marks of the autonomous learning competence for the GE subject of six class groups from the pandemic period (2020, 2021) compared to four class groups from the pre-pandemic period (2018, 2019)

Situation	Year - Quarter									
	Normal period (2018–2019)				Pandemic period (2020)			Pandemic period (2021)		
Group	M22	A31	A92	A22	M22	M51	M61	T12	M21	M31
Date	2018 – 1Q	2018 – 2Q	2019 – 1Q	2019 – 2Q	2020 – 1Q	2020 – 2Q	2020 – 2Q	2021 – 1Q	2021 – 1Q	2021 – 1Q
Number of students who passed the course	12	23	17	15	21	27	27	13	14	6
Number of students who failed	5	5	3	7	3	2	2	6	5	9
Number of students who dropped out	2	0	2	2	1	0	0	11	2	3
Average final mark	5.2	6	6.2	5.2	6.6	6.4	6.8	5.3	4.8	4.4
Average final mark of the autonomous learning competence	5.3	6.3	6.5	6.1	6.6	6.5	6.9	5.3	4.4	4
Standard deviation final mark	1.295893	1.662005	2.119453	1.620305	2.121167	1.234181	1.662629	1.204257	1.758621	1.534585
Standard deviation final mark per period	1.737668				1.684281			1.521212		
Standard deviation of the autonomous learning competence final mark	0.6479606	0.827024	1.849459	1.166821	1.959476	1.74368	1.343897	1.861961	1.907097	1.820387
Standard deviation of the autonomous learning competence final mark per period	1.357782				1.663129			1.900846		

course compared to previous years, as well as the suspended students that decreased significantly, especially in 2020. Female student intervention and participation in classes during confinement (with the Google Meet[®] video tool) increased markedly. A fact that was perceived and surprised was the large number of interventions and questions on didactic topics made by the female students. They constitute between 25 and 30% of the students enrolled in the GE course. It contrasts with the low interventions of students in face-to-face classes and differs from Khalil et al. [12] who points out that issues related to the implementation and quality of online courses can become barriers to participation and the acquisition of knowledge.

During the last academic year corresponding to the February-May 2021 period, most of the classes continued to be developed virtually (some, at the request of the school, were done in person). The same communication tools between teachers and students continued to be used in a similar way as had been done previously, although some teachers reported problems with the use of digital whiteboards (very necessary for the development of the subject). The number of deliverables (class exercises and projects) to be corrected was very high, notably increasing the workload of teachers. The uncertainty caused by the continuous changes in government policies regarding the prevention of the disease did not improve the mood of teachers and students. The experience acquired by teachers in virtual teaching during these last semesters has not made the teaching-learning process more fluid. It has been just as complicated as the previous quarter as the time of confinement progressed. It has been perceived that during the last academic year (February-May 2021) the face-to-face classes had a lower attendance than the virtual ones. Anyway, the latter were very difficult to verify beyond the fact of being connected. The students, accustomed to the inertia of many years of presence, have not managed to get used to these new teaching experiences implemented in such an abrupt and global way. They have enrolled in our university, which is a face-to-face university, where physical presence for most of the activities is essential, and the fact that it cannot be carried out causes discouragement and unease that is difficult to quantify. It is urgent to return to the previous face-to-face system because this model is not sustainable over time beyond an emergency situation.

4.1 Discussion of the Results of the Quantitative Segmentation Analysis of the Student Profile According to the Degree of Learning

In relation to this section, the results obtained

show that the students who have been most satisfied with the subject are the ones who best value the evaluations and non-contact activities; they are also the ones who have worked the most, have dedicated more time to it and have had fewer problems in the development of academic activities. The responses with one of the highest ratings have been when the question was “I have carried out the non-contact activities (tutorials, evaluation test, etc.) that have been indicated to me”, which shows us a high involvement of the students in carrying out the activities that the teaching staff has commissioned. Carrying out the Project as a training activity has received an assessment above the average and it has been very useful that the class exercises are solved on video. The good conditions of the workspace have been very important to assess their satisfaction with the subject. For most of the students who have taken the subject, in general, the entire academic year has seemed difficult, perhaps motivated by the adaptation of all teaching to the situation caused by the pandemic. When asked about the difficulty of the GE subject compared to others, students state that it has not been difficult (or less difficult than the other subjects he has taken) as is the case with the workload. So, this study highlights the online course’s quality as a significant factor in students’ satisfaction and learning, as it is shown in Piccoli et al. [5], Sun et al. [6], Ibrahim et al. [7], Aristovnik et al. [8] and Khalil et al. [12]. Moreover, as in Puljak et al. [23], the assessment methods and materials used in classes during the health crisis are tailored to e-learning and students are satisfied with the different aspects of online teaching, such as the content, classes, and teacher support, as Jacques et al. [13] and Rodríguez-Rodríguez et al. [22] report. In this research it is shown that interactions with fellow students and teachers are essential for students’ satisfaction and play a decisive role in academic development and students’ achievement, which coincides with the results from McInerney [29], Arbaugh [27] and Hong [28]. The scientific literature reports that lack of contact can worsen the educational experience [36–32]. Regarding the discussion in relation to the responses of the students disaggregated by gender, in general, it is observed that the woman gives a little more value to all the variables studied, although it is observed that their responses have more variability than men, but not in a very clear and decisive way. These differences are not significant and consistent and it opens the door to new studies that provide empirical evidence that helps to understand the impact of online teaching during the pandemic on men and women from different countries and academic fields.

4.2 Discussion of the Results of the Average Marks of the Different Class Groups

According to Jacques et al. [13] this study shows that student marks not only do not decrease, but also increase significantly in the first period of the pandemic (2020) and are similar to or better than those expected in face-to-face teaching, but the following period of the pandemic (2021) the marks were maintained or even decreased with respect to the normal period. The drop in marks in 2021 may be due to fatigue, stress, anxiety or lack of motivation of the students as the period of lockdown lengthened. The literature highlights studies where students obtained worse results since face-to-face classes were canceled [11]. Therefore, the findings shown cannot be validated and further research is required as there is no reliable consensus yet on student performance and achievement during confinement. Regarding the academic performance of the students in the GE subject, the teachers were generous because the circumstances were exceptional and they were aware that the external conditions imposed should not be passed on to the students. Students had many advantages and possibilities to turn in assignments and tests in a timely manner. Teachers were considerate of troubled students. They had to deal not only with academic difficulties, but also personal ones, such as being locked up at home and, in some cases, with infected or deceased relatives. There is consensus in international research that repetitions do not help the student's progress, quite the contrary. They generate a disruption that accumulates and, in the medium term, makes students perform worse and drop out more [37]. In any case, it is difficult to draw conclusions about academic performance since, as mentioned, due to the pandemic the assessment of the subject had to be modified to make it more flexible to the availability of the students. This makes the marks obtained from the groups not really comparable.

4.3 Best Practices Beyond the Lockdown

During the teaching of the classes in the confinement, a series of actions or good practices that could be implemented in the coming years have been evidenced and identified. They are practices that could be implemented without the need for great resources and could be applied to both online and face-to-face training. These provide interesting actions and methodologies that can be applied to improve teaching in engineering studies beyond the pandemic situation and that would help improve the training of students:

- Quick feedback and communication: The feeling of loneliness and isolation caused by the confine-

ment has become evident. Through the surveys, the students highly valued the follow-up and the speed with which the teachers responded to their doubts and questions via email. Although it is true that many students abused this communication channel, it generated in them a feeling of support and attention from the teachers. Also, the quick feedback on the return of midterm grades was very welcome. In general, it is a well-valued practice, both in person and remotely, and has been fully verified in the scientific literature [38, 39]. Some research has already highlighted the importance for teachers of receiving feedback from students in order to improve teaching [40], however, the results of this study suggest that the benefits of the feedback are bi-directional, and it is not only helpful for teachers, but also makes students feel heard and valued.

- Record the classes with the Google Meet[®] tool: Recording the classes to see them again asynchronously and share exercises that have already been solved is a methodology that the students have valued positively and that is emerging as a resource to be implemented in the next years. They use them as a review of the classes they were unable to attend and as a reinforcement for understanding the different topics.
- Support video tutorials: The incorporation of tutorials and support videos of the exercises solved in class has been very important and well valued by the students. Other research demonstrates the quality of these practices [41].
- Reduction in the number of students per class: It is considered a priority to reduce the number of students in classes. An OECD report [42] warns of the request of teachers to reduce the number of classes in Spanish universities. This action would result in faster feedback and closer communication with students, as well as improving the quality of instruction.
- Offer high-quality continuous training: As education professionals, their responsibility is maximum with the generations that are in the process of learning and preparing to be citizens who can competently play a role in the future. The pandemic has shown that teachers need continuous training, they are forced to review their methods, their educational practice and adjust it to the group they are addressing. This, in reality, is a constant in the teaching profile: recycling, revision, unlearning and re-learning or adaptation [43].
- Instant messaging: Students positively value opening communication channels faster than emails, such as WhatsApp or Telegram groups, to communicate with other students and teachers. Previous research indicates that communication between students and teachers can be

more complicated in distance learning than in traditional learning [44–46], so this offers them a method of communication closer and in which they feel that doubts can be answered more quickly.

- Small workgroups: Carrying out group work with other classmates is highly valued since students have felt isolated during the COVID-19 experience, and it is a way of connecting with their classmates. However, managing groups that are too large from distance learning is complex, so it is advisable to limit the groups to 2–3 students.
- Individualized tutoring sessions: Students positively value having query sessions with teachers to express their doubts individually or in small groups. As other studies indicated [47], some students find it challenging to communicate with the teachers during remote learning and raise their doubts during a videoconference class. These individualized tutoring sessions can provide them with a safe environment where they feel more secure in consulting their doubts.

5. Conclusions

In this study, the impact of confinement and distance classes on the learning of the GE subject in engineering students is analyzed. In the first place, through a survey, the students' perception of their academic development has been analyzed and, secondly, their academic qualification has been compared with the qualifications obtained in the

pre-pandemic period with face-to-face teaching. It is found that academic development has not been affected during the pandemic, which can be explained by the rapid and efficient intervention of the teaching staff to remodel the teaching content and reorient teaching towards a non-face-to-face model. This includes the quality of the classes, the adequacy of teaching to the online format, the teaching material available to students, adaptation of the evaluation model, contact with fellow students and teachers, etc. These practices can be considered good practices and be implemented both in other subjects with online teaching and in subjects with face-to-face teaching, beyond the pandemic period.

The results of this study should be interpreted in the context of some limitations, which may be addressed in future research. Participants in this research were recruited from a specific subject and specific engineering degrees, so the results may not be extrapolated to all engineering studies. As the field of engineering is wide and there are many different specializations, it would be interesting to expand the study and validate the results in other engineering subjects and degrees. In the same way, it would also be interesting to extend the study to other universities and countries since the impact of the COVID-19 pandemic has not been the same everywhere.

Acknowledgments – The authors wish to thank all the students who took part in answering the questionnaire and the teachers who facilitated the distribution of the survey.

References

1. UNESCO, COVID-19 and Higher Education: Today and Tomorrow, *Int. Inst. High. Educ. Lat. Am. Caribb.*, pp. 1–54, 2020, [Online]. Available: <https://bit.ly/34TOSvu>.
2. T. K. Burki, COVID-19: Consequences for Higher Education, *Lancet. Oncol.*, **21**(6), p. 758, 2020.
3. W. Zhang, Y. Wang, L. Yang and C. Wang, Suspending Classes Without Stopping Learning: China's Education Emergency Management Policy in the COVID-19 Outbreak, *J. Risk Financ. Manag.*, **13**(3), p. 55, 2020.
4. The Lancet, Research and Higher Education in the Time of COVID-19, *Lancet*, **396**(10251), p. 583, 2020.
5. G. Piccoli, R. Ahmad and B. Ives, Web-based Virtual Learning Environments: A Research Framework and a Preliminary Assessment of Effectiveness in Basic it Skills Training, *MIS Q. Manag. Inf. Syst.*, **25**(4), pp. 401–426, 2001.
6. P. C. Sun, R. J. Tsai, G. Finger, Y. Y. Chen and D. Yeh, What Drives a Successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction, *Comput. Educ.*, **50**(4), pp. 1183–1202, May 2008.
7. A. Ibrahim, A. Al Kaabi and W. El Zaatari, Teacher Resistance to Educational Change in the United Arab Emirates, *Int. J. Res. Stud. Educ.*, **2**(3), pp. 25–36, 2013.
8. A. Aristovnik, D. Keržič, D. Ravšelj, N. Tomažević and L. Umek, Impacts of the COVID-19 Pandemic on Life of Higher Education Students: A Global Perspective, *Sustainability*, **12**(20), p. 8438, 2020.
9. C. L. Chang and M. Fang, E-Learning and Online Instructions of Higher Education during the 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) Epidemic, *Journal of Physics: Conference Series*, **1574**(1), 2020.
10. M. Kebritchi, A. Lipschuetz and L. Santiago, Issues and Challenges for Teaching Successful Online Courses in Higher Education, *J. Educ. Technol. Syst.*, **46**(1), pp. 4–29, 2017.
11. P. Odriozola-González, Á. Planchuelo-Gómez, M. J. Irurtia and R. de Luis-García, Psychological effects of the COVID-19 outbreak and lockdown among students and workers of a Spanish university, *Psychiatry Res.*, **290**, p. 113108, 2020.
12. R. Khalil, A. E. Mansour, W. A. Fadda, K. Almisnid, M. Aldamegh, A. Al-Nafeesah, A. Alkhalifah and O. Al-Wutayd, The sudden transition to synchronized online learning during the COVID-19 pandemic in Saudi Arabia: A qualitative study exploring medical students' perspectives, *BMC Med. Educ.*, **20**, p. 285, 2020.
13. S. Jacques, A. Ouahabi and T. Lequeu, Remote Knowledge Acquisition and Assessment During the COVID-19 Pandemic, *Int. J. Eng. Pedagog.*, **10**(6), p. 120, 2020.

14. R. M. Nassr, A. Aborujilah, D. A. Aldossary and A. A. A. Aldossary, Understanding Education Difficulty During COVID-19 Lockdown: Reports on Malaysian University Students' Experience, *IEEE Access*, vol. 8, pp. 186939–186950, 2020.
15. S. Changwon; S. Hegde, A. Smith; X. Wang and F. Sasangohar, Effects of COVID-19 on college students' mental health in the United States: Interview survey study, *J. Med. Internet Res.*, **22**(9), pp. 1–14, 2020.
16. T. Gonzalez, M. A. de la Rubia, K. P. Hincz, M. Comas-Lopez, L. Subirats, S. Fort and G. M. Sacha, Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education, *PLoS One*, **15**(10), p. e0239490, 2020.
17. P. D. Linh and T. N. Trang, Pandemic, social distancing, and social work education: students' satisfaction with online education in Vietnam, *Soc. Work Educ.*, **39**(8), pp. 1074–1083, 2020.
18. S. Alnusairat, D. Al Maani and A. Al-Jokhadar, Architecture students' satisfaction with and perceptions of online design studios during COVID-19 lockdown: the case of Jordan universities, *Int. J. Archit. Res.*, vol. ahead-of-p, 2020.
19. L. A. Gelles, S. M. Lord, G. D. Hoople, D. A. Chen and J. A. Mejia, Compassionate flexibility and self-discipline: Student adaptation to emergency remote teaching in an integrated engineering energy course during COVID-19, *Educ. Sci.*, **10**, p. 304, 2020.
20. T. Tang, A. M. Abuhmaid, M. Olaimat, D. M. Oudat, M. Aldhaeebi and E. Bamanger, Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19, *Interact. Learn. Environ.*, 2020.
21. K. Hamann, R. A. Glazier, B. M. Wilson and P. H. Pollock, Online teaching, student success, and retention in political science courses, *Eur. Polit. Sci.*, 2020.
22. E. Rodríguez-Rodríguez, M. Sánchez-Paniagua, J. Sanz-Landaluze and M. Moreno-Guzmán, Analytical Chemistry Teaching Adaptation in the COVID-19 Period: Experiences and Students' Opinion, *J. Chem. Educ.*, **97**(9), pp. 2556–2564, 2020.
23. L. Puljak, M. Civljak, A. Haramina, S. Malisa, D. Cavic, D. Klinec, D. Aranza, J. Mesaric, N. Skitarelic, S. Zoranic, D. Majstorovic, M. Neuberg, S. Miksic and K. Ivanisevic, Attitudes and concerns of undergraduate university health sciences students in Croatia regarding complete switch to e-learning during COVID-19 pandemic: a survey, *BMC Med. Educ.*, **20**, p. 416, 2020.
24. S. K. Brooks, R. K. Webster, L. E. Smith, L. Woodland, S. Wessely, N. Greenberg and G. J. Rubin, The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence, *Lancet*, **395**(10227), pp. 912–920, 2020.
25. M. A. Cava, K. E. Fay, H. J. Beanlands, E. A. McCay and R. Wignall, The experience of quarantine for individuals affected by SARS in Toronto, *Public Health Nurs.*, **22**(5), pp. 398–406, 2005.
26. R. J. Blendon, J. M. Benson, C. M. DesRoches, E. Raleigh and K. Taylor-Clark, The public's response to severe acute respiratory syndrome in Toronto and the United States, *Clin. Infect. Dis.*, **38**(7), pp. 925–931, 2004.
27. J. B. Arbaugh, Virtual Classroom Characteristics and Student Satisfaction with Internet-Based MBA Courses, *J. Manag. Educ.*, **24**(1), pp. 32–54, 2000.
28. K. S. Hong, Relationships between students' and instructional variables with satisfaction and learning from a Web-based course, *Internet High. Educ.*, **5**(3), pp. 267–281, 2002.
29. J. M. Mcinnerney and T. S. Roberts, Online Learning: Social Interaction and the Creation of a Sense of Community, *J. Educ. Technol. Soc.*, **7**(3), pp. 73–81, 2004.
30. T. Elmer, K. Mephram and C. Stadtfeld, Students under lockdown: Comparisons of students' social networks and mental health before and during the COVID-19 crisis in Switzerland, *PLoS One*, **15**(7), 2020.
31. N. R. Magson, J. Y. A. Freeman, R. M. Rapee, C. E. Richardson, E. L. Oar and J. Fardouly, Risk and Protective Factors for Prospective Changes in Adolescent Mental Health during the COVID-19 Pandemic, *J. Youth Adolesc.*, **50**, pp. 44–57, 2021.
32. F. Procentese, V. Capone, D. Caso, A. R. Donizzetti and F. Gatti, Academic community in the face of emergency situations: Sense of responsible togetherness and sense of belonging as protective factors against academic stress during covid-19 outbreak, *Sustainability*, **12**(22), p. 9718, 2020.
33. M. C. Zurlo, M. F. Cattaneo Della Volta and F. Vallone, COVID-19 Student Stress Questionnaire: Development and Validation of a Questionnaire to Evaluate Students' Stressors Related to the Coronavirus Pandemic Lockdown, *Front. Psychol.*, **11**, p. 576758, 2020.
34. BOE. Gobierno de España, Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. [Online]. Available: <https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-3692>.
35. N. Olmedo-Torre and O. Farrerons Vidal, Assessment of the Autonomous Learning Competence in Engineering Degree Courses at the Universitat Politècnica de Catalunya, *J. Technol. Sci. Educ.*, **7**(2), pp. 136–149, 2017, [Online]. Available: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/1171/105718/245-1521-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
36. L. Luan, J.-C. Hong, M. Cao, Y. Dong and X. Hou, Exploring the role of online EFL learners' perceived social support in their learning engagement: a structural equation model, *Interact. Learn. Environ.*, 2020.
37. S. R. Jimerson, On the failure of failure: Examining the association between early grade retention and education and employment outcomes during late adolescence, *J. Sch. Psychol.*, **37**(3), pp. 243–272, 1999.
38. P. Dawson, M. Henderson, P. Mahoney, M. Phillips, T. Ryan, D. Boud and E. Molloy, What makes for effective feedback: staff and student perspectives, *Assess. Eval. High. Educ.*, **44**(1), pp. 25–36, 2019.
39. E. Boyd, A. Green, T. N. Hopfenbeck and G. Stobart, *What makes for effective feedback: staff and student perspectives*. ELT position papers: Oxford University Press, 2019.
40. D. Anderson, Feedback Please: Studying Self in the Online Classroom, *Int. J. Instr.*, **4**(1), pp. 3–15, 2011.
41. N. Olmedo-Torre, M. M. Martínez and M. Peña, Effectiveness of blended instructional design based on active learning in a graphic engineering course, *Comput. Appl. Eng. Educ.*, no. August, 2020.
42. OCDE, Education at a Glance 2020. OECD Indicators, Paris, 2020. doi: 10.1787/69096873-en.
43. N. Olmedo-Torre and M. M. Martínez, Detection of training deficiencies in the autonomous learning of graphic engineering students: A university teacher training experience based on competencies, *Int. J. Eng. Educ.*, **34**(5), pp. 1592–1603, 2018.
44. S. Alnusairat, D. Al Maani and A. Al-Jokhadar, Architecture students' satisfaction with and perceptions of online design studios during COVID-19 lockdown: the case of Jordan universities, *International Journal of Architectural Research*, 2020.
45. L. R. Amir, I. Tanti, D. A. Maharani, Y. S. Wimardhani, V. Julia, B. Sulijaya and R. Puspitawati, Student perspective of classroom and distance learning during COVID-19 pandemic in the undergraduate dental study program Universitas Indonesia, *BMC Medical Education*, **20**(392), 2020.
46. M. C. Radu, C. Schnakovszky, E. Herghelegiu, V. A. Ciubotariu and I. Cristea, The impact of the COVID-19 pandemic on the quality of educational process: A student survey, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**(21), 7770, 2020.

47. R. Baltà-Salvador, N. Olmedo-Torre, M. Peña and A.-I. Renta-Davids, Academic and emotional effects of online learning during the COVID-19 pandemic on engineering students, *Educ. Inf. Technol.*, 2021.

Rosó Baltà-Salvador is an associate professor in the Department of Graphic and Design Engineering at the School of Industrial, Aeronautical and Audiovisual Engineering of Terrassa since 2015, and a member of the research group BCN-SEER (Barcelona Science and Engineering Education Research Group). She holds a bachelor's degree in Industrial Design and Product Development from the Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona-Tech and a master's degree in Multimedia Applications from the Universitat Oberta de Catalunya. Her research interests are in the fields of gender, equity/inequality, career development, and ethical and user-oriented design and technology.

Noelia Olmedo-Torre has a PhD in Multimedia Engineering from the Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech (2007) and a degree in Telecommunications Engineering (1991). She has two postgraduate degrees: Interactive Multimedia Systems (1995) and University Education in Sciences, Technology, Engineering and Mathematics-STEM (2017). She is a professor at the Department of Graphic and Design Engineering (DGDE) of the Barcelona East School of Engineering (EEBE). Her research interests are the social aspects of engineering education, innovation in higher education, professional competencies, assessment tools, the promotion of teaching and learning improvement and, in general, educational innovation that contributes to teaching quality.

Luis Eduardo Mujica, PhD has a degree in Electric and Electronic engineering and a doctorate in Information technologies. He has been a professor of statistics and data processing for more than 20 years at the Engineering school. His research is focused mainly on the development of methodologies to monitor, detect and identify abnormal behavior in a wide range of engineering applications. These methods have been based on pattern recognition by using artificial intelligence techniques and multivariate statistical analysis. It also highlights its extensive knowledge in the areas of advanced statistics, signal and image processing, modeling, optimization, data analysis, and systems with uncertainties.

Marta Peña received a degree in Industrial Engineering and the PhD degree in Mathematics from the Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona-Tech (UPC). She is an Associate Professor at the Department of Mathematics at the UPC and she teaches at the Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (ETSEIB). She has been deputy director of the Institute of Education Sciences at the UPC from 2016 to 2019. Her research interests are applied mathematics and innovation in higher education, including social aspects of engineering education and student engagement.

Capítol 5.

Discussió general i investigacions futures

5.1. Discussió general

Aquest apartat resumeix les aportacions més rellevants de la investigació i planteja una discussió global dels resultats obtinguts en relació amb els objectius principals de la tesi. A més, s'inclouen recomanacions pràctiques per fer front a les situacions estudiades i els últims articles publicats en el camp d'estudi. Les respostes concretes a les preguntes de recerca es poden trobar als capítols anteriors, on també s'exposen en detall els resultats obtinguts i les limitacions per cada estudi que s'ha desenvolupat.

Els resultats de les investigacions que s'han dut a terme en aquesta tesi indiquen que les situacions de risc analitzades realment suposen un risc per l'experiència acadèmica, el desenvolupament educatiu i el benestar dels i de les estudiants d'enginyeria. El fet d'estar exposats a aquestes situacions, pot ocasionar un empitjorament en el seu aprenentatge fins al punt que considerin abandonar els estudis en els quals s'han matriculat. Aquestes situacions generades per les disparitats i desigualtats en l'alumnat o ocasionades per les situacions d'emergència, ja sigui per desastres naturals o per l'acció de l'ésser humà, són situacions que malauradament continuen presents en el món en què vivim i que afecten els i les estudiants universitaris d'arreu del planeta. És en aquestes situacions en què els i les alumnes estan en una posició més vulnerable i s'enfronten a més barreres i impediments per al seu desenvolupament acadèmic, per la qual cosa és imprescindible tenir-les en compte quan es parla d'assolir una educació de qualitat (UNESCO, 2016). Mentre aquestes situacions continuïn presents, serà necessari continuar investigant els factors que hi intervenen i les accions que poden ajudar a mitigar-ne l'impacte, ja que no serà possible assolir l'ODS 4 sense fer front a aquelles circumstàncies que suposen un risc per a l'aprenentatge i benestar dels i de les estudiants.

5.1.1. Situació de risc: Minories ètniques

Objectiu 1. Entendre com el fet de formar part del grup minoritari d'estudiants nascuts i nascudes a l'estranger en estudis d'enginyeria afecta l'experiència acadèmica i el benestar de l'alumnat.

Un dels constructes principals d'aquesta tesi és l'abandonament acadèmic, ja que es tracta d'un indicador clau del rendiment acadèmic i la qualitat dels estudis. El camp de l'enginyeria és un dels àmbits amb una taxa d'abandonament més alta (Gairín et al., 2010), fet que pot agreujar encara més les disparitats en el nombre d'estudiants nascuts a l'estranger o de minories ètniques que s'acaben graduant en aquests estudis (Park et al., 2020; Whitcomb i Singh, 2021). Per entendre com millorar la retenció de l'estudiantat infrarepresentat, cal identificar els factors que promouen l'abandonament durant els estudis. Com indiquen els resultats d'aquesta investigació i d'investigacions anteriors (Beasley i Fischer, 2012; Eccles et al., 2006; Hall et al., 2017; Lent et al., 2013; Seymour i Hewitt, 1997; Sladek et al., 2020; Smalls et al., 2007), la discriminació es relaciona significativament amb l'abandonament acadèmic de l'alumnat nascut a l'estranger, sent aquells que perceben més discriminació els que tenen més intencions d'abandonar els estudis. L'estudi d'aquesta tesi aporta un grau

més de profunditat i analitza els predictors de l'abandonament en funció del grau d'intencions d'abandonar els estudis dels i de les estudiants i de l'origen d'aquests. Aquesta anàlisi ha permès observar que per aquells i aquelles estudiants amb més risc d'abandonar els estudis, la satisfacció i l'autoestima són predictors significatius tant en l'alumnat nascut a l'estranger com en l'alumnat natiu mentre que la discriminació percebuda només és un predictor significatiu en el cas de l'alumnat nascut a l'estranger, sent el predictor estudiat amb una contribució major a les intencions d'abandonament d'aquests i aquestes estudiants. Aquests resultats posicionen les situacions de discriminació en el campus d'enginyeria com un element crucial en l'experiència acadèmica de l'estudiantat nascut a l'estranger posant en risc el seu desenvolupament acadèmic i persistència durant els estudis. Per aquest motiu, és d'interès aportar més dades empíriques sobre com operen i com es generen aquestes discriminacions en l'entorn universitari.

Els resultats d'aquesta recerca mostren que els i les estudiants nascuts a l'estranger se senten més discriminats per la seva ètnia, color de la pell o aparença física. Cal que les institucions acadèmiques demostrin una tolerància zero cap a aquestes situacions i es comprometin a eliminar-les dels campus per assegurar unes oportunitats d'aprenentatge equitatives per a tothom, un clima del campus segur i inclusiu i uns programes, polítiques i pràctiques equitatives i justes que afavoreixin la seguretat i el benestar de tot l'alumnat. Tal com indica la literatura sobre l'assetjament i la discriminació en entorns educatius, cal que les institucions universitàries es comprometin a:

- Crear estructures departamentals internes per combatre el racisme construint una base permanent de suport continu (Cronin et al., 2021). Aquest departament és el que s'encarregarà de gestionar i garantir la implementació de la resta de mesures d'inclusió i igualtat al campus.
- Fer una declaració sobre el compromís en l'eliminació de totes les formes de discriminació i assetjament al campus i definir un plantejament estratègic que inclogui un codi de conducta, objectius i accions concretes per aconseguir l'equitat i assegurar que no es discrimina per cap motiu a cap persona que formi part de la institució (Cronin et al., 2021). Per garantir una implementació i aplicació sòlida cal que aquest compromís es faci extens a tota la comunitat acadèmica i que els comportaments esperats es comparteixin clarament amb l'estudiantat i amb el personal acadèmic, així com les sancions pels seus incompliments (The Leadership Conference Education Fund, 2019). També és important comunicar públicament el compromís de la universitat, ja que ajudarà a mostrar la responsabilitat i implicació de la institució i els òrgans de govern en incorporar una cultura inclusiva i en eliminar l'assetjament i la discriminació al campus acadèmic (Equality and Human Rights Commission, 2019). En aquesta línia, també caldrà assegurar que totes les comunicacions i recursos de la institució són inclusives i sensibilitzades amb la diversitat i la igualtat, representant a tot l'alumnat. Per a maximitzar l'efectivitat d'aquestes polítiques, es recomana utilitzar l'enumeració d'aquells factors, característiques o elements específics que fan que alguns i algunes estudiants siguin més vulnerables a patir prejudici i discriminació. La investigació ha demostrat que quan es fa servir l'enumeració dels factors de risc en les polítiques, els i les estudiants pateixen menys assetjament, se senten més segurs i els educadors i les educadores són més propensos a intervenir per fer front als casos de discriminació (GLSEN, 2019).
- Dotar de serveis de suport a l'alumnat com per exemple l'assessorament acadèmic, i els punts d'atenció a l'estudiant i a la salut mental. Aquests serveis s'han de reforçar sobretot durant el primer any i prestar

una atenció especial a tots aquells i aquelles estudiants que puguin estar en una situació vulnerable (Braxton i Mundy, 2001; Gairín et al., 2010; The Leadership Conference Education Fund, 2019).

- A més, cal introduir sistemes i canals accessibles i segurs perquè l'estudiantat pugui denunciar les situacions d'assetjament i discriminació al campus assegurant que els processos siguin adequats i ofereixin una resolució eficaç (Cronin et al., 2021; Equality and Human Rights Commission, 2019). També caldrà assegurar que es comprenen totes les opcions per informar de les incidències en el campus, per exemple si es pot fer de manera anònima, que s'entenen les limitacions de les diferents opcions, quin és el suport disponible i oferir una explicació clara dels possibles resultats des del principi. Per altra banda, cal garantir que aquests procediments estiguin dirigits per personal imparcial format i capacitat per comprendre i respondre adequadament i de manera justa a aquests incidents i fer-ne una gestió i seguiment adequats per tal que els i les estudiants se sentin acompanyats des de la institució.
- Establir procediments efectius de recollida de dades que permetin avaluar i millorar les estratègies de prevenció i resposta i portar un seguiment del benestar de l'estudiantat en el campus (Equality and Human Rights Commission, 2019). Una opció és l'administració d'enquestes del clima del campus de manera regular i periòdica a tots els i les estudiants per entendre adequadament com opera l'assetjament i tots els tipus de violència que poden tenir lloc al campus (Krebs et al., 2016; The Leadership Conference Education Fund, 2019). D'aquesta manera, en comptes de basar les estratègies i polítiques en les dades nacionals publicades, les enquestes proporcionaran dades específiques del campus sobre la prevalença de l'assetjament i la discriminació a la comunitat educativa. També serà d'utilitat implementar sistemes centralitzats de gestió i recollida de casos que facilitin revisar i analitzar les incidències i queixes notificades. Aquestes accions permetran elaborar informes anuals per determinar l'eficàcia de les pràctiques implementades i que es puguin desenvolupar noves estratègies o accions correctives a les pràctiques dutes a terme (Hill et al., 2010).
- Sensibilitzar a tot el personal acadèmic i a l'estudiantat sobre els biaixos i estereotips i millorar la consciència i la comprensió de les discriminacions, l'assetjament, els prejudicis i les microagressions que tenen lloc al campus universitari (Cronin et al., 2021). La comprensió, conscienciació i sensibilització és un dels primers passos per poder eliminar les situacions de discriminació dels campus, ja que és molt difícil que els individus canviïn la seva manera d'actuar si no són coneixedors de les conseqüències dels seus actes, sobretot quan operen de manera inconscient i basant-se en biaixos implícits de la cultura i la societat. Millorar el coneixement sobre les desigualtats ajudarà a fomentar un canvi en la cultura universitària i que tots els individus que integren la comunitat acadèmica puguin detectar i aturar les situacions que condueixen a les desigualtats i discriminacions. Si l'entorn és capaç de detectar quan es produeixen situacions injustes al campus, la responsabilitat de denunciar i aturar aquestes situacions és compartida i ja no recau només en la víctima, creant una xarxa de suport i demostrant als i a les estudiants més vulnerables que no estan sols. Una major conscienciació també ajudarà al professorat de la institució a poder identificar com els biaixos poden afectar a la seva docència, assessorament i avaluació dels i de les estudiants (Hill et al., 2010). Aquest objectiu es pot aconseguir acollint fòrums de discussió sobre els comportaments racistes o organitzant xerrades de divulgació i debats amb persones que pertanyin a aquests col·lectius vulnerables per tal de donar una visió personal i pròpia sobre el prejudici i la importància de la inclusió en l'entorn acadèmic. També serà rellevant oferir

formació i tallers pràctics sobre les situacions de discriminació en els campus acadèmics, la detecció dels biaixos i prejudicis i les eines d'enfrontament i intervenció tant per l'alumnat que les pateix, com pels espectadors d'aquestes situacions per tal de generar una xarxa d'aliats dins la comunitat acadèmica (Cronin et al., 2021; Equality and Human Rights Commission, 2019).

D'acord amb els resultats d'aquesta tesi també cal destacar que si la discriminació s'estudia en termes generals i el grup d'estudi majoritari inclou altres grups vulnerables, es poden no trobar diferències significatives i concloure erròniament que el grup estudiat no és més vulnerable a ser discriminat que el grup majoritari d'estudiants. Per exemple, en el present estudi, no es troben diferències significatives en la percepció de discriminació general de l'alumnat nascut a l'estranger en comparació al grup majoritari, però en estudiar els motius específics de les discriminacions en relació amb l'ètnia, el color de la pell o l'aparença física, llavors sí que es troben diferències significatives entre els grups. Per això, cal tenir en compte que en un entorn acadèmic existeixen múltiples estereotips i en conseqüència, múltiples grups vulnerables (Leaper i Starr, 2019; Morris i Lent, 2019). Així doncs, en els estudis sobre l'estudiantat nascut a l'estranger, a banda de preguntar pels motius de discriminació específics, també serà interessant que s'identifiquin tots els grups vulnerables o minoritaris, com les dones o estudiants que pertanyin al col·lectiu LGTBIQ+, per poder dur a terme una anàlisi més rigorosa sobre les diferències en l'experiència acadèmica dels i de les estudiants vulnerables en comparació al grup no estereotipat.

Pel que fa a les situacions de discriminació que es generen al campus, és necessari determinar en quins espais o activitats l'alumnat se sent especialment amenaçat per poder implementar accions específiques i adients. En línia amb estudis anteriors (Benner et al., 2015; D'hondt et al., 2016; Park et al., 2020; Seymour i Hunter, 2019), en aquesta investigació es destaquen les classes com un dels espais on tenen lloc gran part d'aquestes discriminacions, sent la resta d'alumnat i el professorat els actors principals. Els resultats indiquen que l'alumnat nascut a l'estranger se sent significativament més discriminat pel professorat que l'estudiantat natiu. Aquestes dades són especialment preocupants perquè precisament el professorat hauria de ser exemple en la tolerància zero cap al prejudici i la discriminació. A més, la relació de poder asimètrica entre el professorat i l'alumnat deixa als i a les estudiants de minories en una posició molt vulnerable (Ng, 2010). Així doncs, cal promoure accions específiques que fomentin la inclusió i la igualtat dels i de les estudiants a l'aula reforçant el compromís del professorat i la resta d'estudiants per assegurar que no es produeix un tracte desigual ni discriminatori. Algunes de les accions que es poden dur a terme són:

- Instruir al professorat universitari sobre les situacions de discriminació a les quals s'enfronten els i les estudiants minoritaris als campus d'enginyeria, i sobre com pot operar el prejudici en la docència. Tal com indica la literatura anterior, la discriminació del professorat moltes vegades opera influenciada pels estereotips implícits que es troben en el subconscient. Aquest prejudici no sol mostrar-se en accions obertes, però pot fer-ho de manera més subtil, per exemple, tenint expectatives diferents dels i de les estudiants basant-se en els estereotips (Farkas, 2003).
- Generar conscienciació des del primer dia entre l'alumnat i reforçar el compromís compartit per assolir la inclusió en el campus recordant els valors de la institució i la no tolerància cap a les situacions d'exclusió, assetjament o discriminació. En el discurs, es pot reconèixer el valor de la diversitat en els estudis d'enginyeria i posar exemples d'algunes situacions discriminatòries indicant que el professorat no tolerarà que tinguin lloc a l'aula (Cronin et al., 2021).

- Dur a terme una revisió pedagògica sobre els mètodes d'aprenentatge que s'utilitzen en les assignatures. Algunes pràctiques docents com impartir grans classes magistrals en què l'alumnat assisteix passivament i on els coneixements obtinguts s'avaluen mitjançant exàmens no promouen la interacció entre els alumnes i afavoreixen l'aïllament de l'alumnat vulnerable. Per contra, l'aprenentatge actiu en el qual els i les estudiants interactuen entre ells per aprendre els coneixements de l'assignatura, com és el cas de la metodologia d'aprenentatge basat en problemes, promou la interacció entre estudiants i crea un entorn d'aprenentatge més inclusiu en els que els i les estudiants aprenen uns dels altres i al mateix temps, desenvolupen habilitats com l'empatia i el treball en equip (Cronin et al., 2021). Tanmateix, caldrà supervisar correctament aquestes interaccions per evitar que en incentivar que l'alumnat de diferents grups es relacioni no es produeixin situacions d'assetjament ni discriminació.
- En línia amb el punt anterior, cal garantir que el professorat estigui format i disposi d'eines per estructurar les activitats d'aprenentatge cooperatiu dins l'aula. És necessari que es tingui en compte la inclusió de tot l'alumnat en les dinàmiques que es proposen a l'aula, per exemple, definint grups de treball diversos, supervisant les dinàmiques de treball dels grups perquè no es produeixin situacions de marginació o exclusió o promovent la participació de tot l'alumnat durant les classes per fomentar un ambient de diàleg respectuós i inclusiu en el qual tots els i les alumnes tinguin la mateixa oportunitat de participar (Cronin et al., 2021). Durant les classes, és important revisar que no s'estableix un grup dominant que pugui amenaçar el benestar de la resta d'alumnes que no formen part d'aquest grup (Hill et al., 2010) i afavorir les relacions interètniques entre l'alumnat per trencar les dinàmiques que poden provocar l'aïllament o exclusió dels i de les estudiants vulnerables (Hussain i Jones, 2019; Jantzer et al., 2021).
- També és necessari fer una revisió del material acadèmic de les assignatures per garantir que s'utilitza un llenguatge inclusiu i no sexista, que s'ofereixen perspectives diverses, incloses les que sovint són marginades o queden fora de la conversa i que s'incorporen al temari les contribucions a l'àmbit STEM de persones de col·lectius poc representats i no només del grup predominant. Aquests canvis milloraran l'exposició de models a seguir per a l'alumnat infrarepresentat o de grups minoritaris, ajudant a contrarestar els estereotips establerts i incentivant la identitat STEM d'aquests i aquestes estudiants (Cronin et al., 2021; Hartman et al., 2019; Hill et al., 2010; Sheffield et al., 2021).
- Establir criteris clars d'avaluació i transparència. Quan els criteris d'avaluació són vagues o no existeixen mesures objectives del rendiment, l'avaluació de l'estudiant pot ser ambigua i, per tant, més susceptible a estar influenciada pels estereotips o els biaixos interns, donant lloc a valoracions injustes. La transparència en el procés d'avaluació promourà una avaluació justa per a tot l'alumnat i reforçarà la imatge transparent de la institució cap a uns criteris d'èxit i d'avaluació clars (Hill et al., 2010).
- Treballar per aconseguir un equip docent divers. La manca de diversitat en el personal acadèmic i administratiu de les institucions STEM predominantment masculines i blanques pot promoure que l'alumnat de minories ètniques i de gènere no se sentin identificats amb la comunitat acadèmica, que siguin més propensos a sentir-se exclosos i aïllats i a tenir menys relacions properes amb el professorat i amb el personal de la institució (Dortch i Patel, 2017). Per contra, quan l'estudiant i el professor o la professora comparteixen els mateixos valors culturals o identitats socials, s'associa amb unes majors aspiracions acadèmiques (Stockard et al., 2021), relacions més positives i avaluacions del professorat més favorables (Redding, 2019). Per tant, és rellevant que les institucions d'enginyeria augmentin la

proporció de personal acadèmic i administratiu pertanyents a grups minoritaris sovint poc representats en el personal universitari d'enginyeria, com les dones i minories ètniques, perquè l'estudiantat d'aquests grups pugui sentir-se representat en els estudis i tenir persones properes dins de la universitat. A més, tenir un personal docent més divers pot ajudar a que els i les estudiants de minories estiguin més disposats a comunicar el prejudici i la discriminació que experimenten, ja que poden sentir-se més còmodes explicant-ho a aquells i aquelles que creuen que els poden entendre millor, possiblement a causa dels valors i creences culturals compartides (Kozłowski, 2015). La contractació de professorat divers requereix un compromís durant tot el procés, des de la redacció de la descripció del lloc de feina i la seva divulgació fins a l'avaluació dels candidats i les candidates, les entrevistes i la negociació. Una manera de promoure aquest compromís és garantint una representació diversa en els comitès d'avaluació de les places i avaluant els candidats i les candidates mitjançant rúbriques transparents (Cronin et al., 2021). Un altre punt important al contractar personal nou, és confirmar el compromís amb la lluita contra l'assetjament i la discriminació des de l'inici, per exemple, comunicant els estàndards de conducta de la institució en l'oferta de feina o proporcionant formació obligatòria en aquest àmbit des de l'inici, abans de començar l'activitat acadèmica o administrativa.

- Per reforçar les accions realitzades a l'aula, caldrà que la institució inclogui la perspectiva d'igualtat i inclusió a les activitats extraescolars i esdeveniments socials i culturals per tal de promoure la integració de tot l'alumnat en les dinàmiques universitàries i crear una comunitat més forta i inclusiva. També caldrà disposar d'espais en el campus que fomentin la interacció de l'estudiantat fora de l'aula, com les sales d'estudi, cafeteries o altres espais informals com instal·lacions esportives o sales d'oci obertes a tothom on tot l'alumnat pugui sentir-se benvingut (Hill et al., 2010).

Per altra banda, cal puntualitzar que l'experiència acadèmica va més enllà de les classes o del professorat i que inclou totes les interaccions amb la institució (Farkas, 2003), inclosos els procediments acadèmics que en molts casos no s'inclouen en les investigacions sobre la discriminació en els entorns universitaris. Les dades d'aquesta tesi mostren que l'alumnat nascut a l'estranger se sent més discriminat en els procediments administratius i pel personal administratiu. Aquests resultats suggereixen que existeix una desigualtat estructural a les institucions acadèmiques i que cal incloure tots els punts de contacte amb l'alumnat, tant en la investigació com en els plans d'inclusió, no només aquells que es relacionen amb la seva activitat acadèmica.

Finalment, els resultats mostren que l'alumnat nascut a l'estranger té significativament menys autoestima, sent l'autoestima un predictor significatiu de les intencions d'abandonar els estudis (Durkee et al., 2021; Leath i Chavous, 2018; Nadal et al., 2014). Aquests resultats indiquen que el prejudici té un impacte més enllà de les variables acadèmiques i que pot afectar el benestar emocional i psicològic dels i de les alumnes. Tot i que moltes investigacions en l'àmbit acadèmic s'han centrat a estudiar variables educatives com el rendiment acadèmic, l'aprenentatge o la taxa d'abandonament, aquest estudi assenyalava que en el cas de l'alumnat nascut a l'estranger o de grups minoritaris, és important que la investigació inclogui també constructes psicològics per poder determinar l'impacte en el benestar emocional de l'alumnat.

Investigació recent en l'àmbit d'estudi

L'últim any s'ha generat una recerca considerable al voltant de la infrarepresentació de l'alumnat nascut a l'estranger i de minories ètniques en els estudis d'enginyeria mostrant la greu persistència en les disparitats i la preocupant discriminació que encara pateixen aquests i aquestes estudiants. Aquests resultats avalen la

necessitat de continuar donant la importància que es mereix a aquest tema d'estudi per tal de proporcionar una major comprensió i crear consciència dins la comunitat acadèmica sobre la gravetat de la situació. A més, les investigacions continuen demostrant que la inclusió de l'alumnat i la diversitat en el cos d'estudiants contribueixen positivament als sentiments de pertinença, a la participació en els estudis i als resultats acadèmics (Mulvey et al., 2022; Wang et al., 2022).

Els últims articles publicats sobre els i les estudiants de minories mostren resultats consistents amb els resultats d'aquesta tesi. Per exemple, l'estudi de Park et al., (2022) que aprofundeix en les interaccions entre el professorat i l'alumnat, va indicar que els i les estudiants de minories ètniques que interactuaven amb més freqüència amb el professorat eren més propensos a experimentar discriminació per raça o ètnia, fet que afectava negativament la seva mitjana acadèmica. A més, la interacció entre els i les estudiants i el professorat només va tenir un efecte positiu en el rendiment acadèmic en el cas de l'alumnat blanc. Per altra banda, d'acord amb els resultats de Pumacahua i Rogers (2022), McGee et al., (2021) i Stockard et al., (2021), la sensació d'aïllament, la manca de relacions de suport i les microagressions continuen presents en els estudis posteriors als graus universitaris, com és el cas dels programes de doctorat. Per tant, a mesura que l'alumnat minoritari aconsegueix avançar en la seva carrera acadèmica i professional, aquestes discriminacions no desapareixen.

Per tal de contribuir amb noves dades, alguns estudis recents s'han centrat en col·lectius vulnerables específics, com per exemple l'estudi de Smith et al., (2022) sobre les microagressions a l'estudiantat llatinoamericà d'enginyeria, que assenyala que aquests i aquestes estudiants van rebre microinvalidacions, microinsults, i microassalts per la seva ètnia, país d'origen o raça. Altres investigacions incorporen noves variables en l'estudi de l'abandonament i retenció acadèmica dels alumnes. Una de les que està obtenint una atenció considerable en les últimes publicacions és el capital social, que es defineix com les relacions entre les persones que interactuen en un entorn particular que permeten que aquest funcioni correctament i que ajuden als individus a assolir els seus objectius, per exemple en forma de suport emocional o estímul per continuar endavant quan sorgeixen reptes (Lin, 2001). En la recent investigació de Campbell-Montalvo et al., (2022), s'indica que en estudiants dones i de minories ètniques, tenir un major capital social i formar part d'un grup amb afinitat influeix positivament a la seva adaptació i persistència durant els estudis. Tanmateix, es va trobar que els i les estudiants negres compten amb unes xarxes socials més petites pel que poden tenir un capital social insuficient, sobretot en fases inicials durant els seus estudis, en les que la taxa d'abandonament és més elevada. Per altra banda, l'estudi de Puccia et al., (2021) va expressar la importància del capital social en les intencions i la persistència en estudis STEM i va destacar als pares com a principals contribuents del capital social en el desenvolupament dels interessos i actituds en perseguir una titulació STEM. També hi ha estudis recents que continuen explorant qüestions complexes per les quals encara no s'ha aconseguit una visió completa i consistent com la intersecció d'identitats socials estereotipades (Idahosa i Mkhize, 2021; Smith et al., 2022; Sparks et al., 2021).

Finalment, una de les pràctiques que es proposa en aquesta tesi per reduir la discriminació en els campus d'enginyeria és la de sensibilitzar a la comunitat acadèmica de l'existència d'aquestes situacions i compartir estratègies per afrontar-les. En aquesta línia, la recent publicació de Moors et al., (2022), analitza la prova pilot d'un taller pràctic i participatiu per fomentar la conscienciació i actuació de l'alumnat davant les agressions i discriminacions en l'entorn acadèmic. En el taller s'exposaven situacions de micro i macroagressions per a crear consciència sobre els actes de sexisme i racisme al campus i es compartien estratègies per implicar els assistents a combatre les agressions i actuar com a aliats dels i de les estudiants més vulnerables. El taller va tenir molt bona acollida i puntuació entre els i les participants i molts van indicar que la informació era nova i que no tenien

coneixement previ sobre les microagressions o les estratègies de suport. Una observació rellevant és que dels pocs comentaris negatius rebuts per part dels i de les participants, els estudiants que van indicar que les situacions que s'exposaven eren poc realistes van ser homes blancs, fet que fa reflexionar sobre el poc coneixement i sensibilització que el grup majoritari té de la realitat que viu l'alumnat vulnerable al campus. Aquests resultats, juntament amb els de l'estudi de Fisher et al., (2021) en el que els estudiants homes van informar que les iniciatives per a reclutar més dones en STEM els semblaven discriminatòries cap als homes, assenyalen que queda molta feina per fer, especialment en la sensibilització del grup majoritari en relació amb les desigualtats actuals i a les conseqüències d'aquestes desigualtats.

5.1.2. Situació de risc: Crisi sanitària

Objectiu 2. Entendre com el fet d'estar en una situació d'emergència sanitària i confinament afecta l'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat d'enginyeria.

Tal com es va declarar a la resolució de l'ONU sobre el dret a l'educació en situacions d'emergència (United Nations, 2010), cal implementar models flexibles que s'adaptin a les necessitats del context garantint que l'estudiantat tingui accés a l'educació. Com que en molts casos la situació pot impedir l'accés a les institucions acadèmiques a causa de la restricció de la mobilitat de les persones, cal trobar alternatives no presencials per continuar duent a terme les classes i activitats acadèmiques.

Un exemple d'aquesta flexibilització ha estat l'adaptació massiva a la docència en línia durant la crisi de la COVID-19. Els resultats d'aquest estudi estan alineats amb les investigacions anteriors que destaquen que la qualitat de la docència i la correcta adaptació del curs al format en línia són un factor significatiu en la satisfacció i aprenentatge dels i de les estudiants i en cas de no adaptar-se correctament, poden tenir un impacte negatiu en el seu desenvolupament acadèmic (Aristovnik et al., 2020; Hamann et al., 2021; Nassr et al., 2020; Son et al., 2020; Tang et al., 2020; United Nations, 2020b). Concretament, la manera com el personal docent adapta les classes al format en línia, ajusta les activitats d'avaluació i treballa el suport a l'alumnat des de la no presencialitat són elements rellevants en l'experiència acadèmica en línia de l'alumnat. Tanmateix, a banda de l'esforç per part del professorat, aquest estudi també destaca la importància de la implicació dels i de les estudiants, ja que factors com la seva atenció a les comunicacions i documentació que s'envia o el temps dedicat a cada assignatura pot suposar una diferència rellevant en l'aprenentatge final de l'alumne. Per contra, si els i les estudiants es troben amb limitacions com per exemple problemes amb la connexió a Internet i amb l'accés als recursos o dificultats per disposar d'un ordinador per dur a terme les activitats, es posarà en risc el seu aprenentatge. Hi ha algunes iniciatives que les institucions acadèmiques, els governs i les empreses privades poden dur a terme per minimitzar les dificultats que puguin sorgir i ajudar a l'alumnat a disposar dels recursos necessaris:

- Establir un sistema de préstec de dispositius a l'estudiantat, com el servei de préstec de portàtils que la UPC va posar a disposició de l'alumnat durant la pandèmia de la COVID-19 (UPC, 2021b).

- Adaptar les plataformes educatives als dispositius mòbils. D'aquesta manera, en cas que l'estudiant no disposi d'un ordinador o no el pugui utilitzar totes les hores necessàries, es podrà connectar i consultar els recursos mitjançant altres dispositius més accessibles (UNESCO i IESALC, 2020).
- Facilitar la connexió a Internet a tot l'estudiantat. Els governs i companyies poden establir mesures excepcionals i oferir opcions de connectivitat en suport a l'alumnat com les tarifes educatives perquè els i les estudiants puguin accedir a les plataformes educatives sense cost o amb un cost reduït (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2021; UNESCO i IESALC, 2020) o facilitar mòdems USB que permetin la connexió a Internet sense necessitat de tenir una xarxa instal·lada. En cas que en algun país no es disposi de connexió a Internet adequada o que la situació d'emergència pugui comprometre la connexió a través de les operadores habituals, es pot facilitar la connexió a Internet per satèl·lit (Graydon i Parks, 2020).

Paral·lelament, caldrà incentivar la proactivitat i esforç dels i de les estudiants durant aquest període i treballar per adaptar correctament les classes i activitats acadèmiques al format en línia. Tanmateix, adaptar les assignatures a un nou format no és trivial i pot augmentar significativament la càrrega de treball del professorat causant estrès i esgotament (Oliveira et al., 2021; Vargas i Oros, 2021). Per tant, no només serà necessari tenir en compte el benestar de l'alumnat sinó també el del professorat, donant-los el suport i recursos necessaris, per exemple facilitant-los dispositius com les tauletes digitals o augmentant el personal acadèmic per ajudar a la digitalització dels continguts (Hamann et al., 2021). En aquesta investigació es recullen algunes bones pràctiques dutes a terme per part del professorat que els i les alumnes van indicar que havien estat d'ajuda durant la transició a l'educació a distància:

- La flexibilització de les entregues per facilitar la conciliació de l'activitat docent i la situació d'emergència. A causa dels problemes ja esmentats que els i les estudiants poden trobar-se com la falta de connexió a Internet, és necessari que des de les institucions acadèmiques es conscienciï al personal docent d'aquestes barreres i flexibilitzar les activitats acadèmiques per tal que si els i les estudiants tenen alguna incidència, no obstaculitzi el seu aprenentatge (Gelles et al., 2020). Per exemple, es pot donar més temps per completar les tasques entenent que no tot l'alumnat podrà disposar d'un dispositiu durant totes les hores desitjades, o tenint en compte que potser no podrà dedicar tantes hores a la seva formació perquè haurà d'atendre altres dificultats derivades de la situació d'emergència, com cuidar a un familiar malalt (Magson et al., 2021). Una altra opció és adaptar el format de les activitats d'avaluació. Normalment, els exàmens es fan a una hora concreta i amb un temps reduït, per la qual cosa qualsevol problema o incidència que passi durant aquesta estona tindrà un impacte important en els resultats. En canvi, si es substitueixen per projectes o activitats avaluable, els alumnes disposen de més temps per poder-se organitzar i conciliar l'entrega amb la situació que estiguin vivint (Gelles et al., 2020).
- Per altra banda, hi ha activitats que requereixen una connexió a Internet amb una amplada de banda estable i que utilitzen gran quantitat de dades, com les classes en directe. En cas que hi hagi estudiants que no puguin disposar d'una connexió adequada que els permeti veure correctament la classe, caldrà oferir recursos alternatius, com documents de text on s'expliquin els conceptes impartits durant la classe (UNESCO i IESALC, 2020). A més, una de les pràctiques més valorades per l'alumnat va ser l'enregistrament de les classes en línia per poder-les tornar a reproduir posteriorment de manera asíncrona.

- També ha estat molt valorat per l'estudiantat que es compartissin problemes ja resolts, en format de document o en videotutorials per tenir pautes per l'autocorrecció dels exercicis i així poder ser més autònoms en la resolució de dubtes (Amir et al., 2020).
- La realització de treballs en grup ha estat molt ben acollida, ja que ha permès a l'alumnat connectar i treballar de manera més propera amb altres estudiants malgrat la situació de pandèmia i de distanciament. Tanmateix, la gestió de grups massa nombrosos a distància és complexa, per la qual cosa s'aconsella formar grups reduïts limitats a 2 o 3 estudiants.
- A l'educació en línia, gran part de l'aprenentatge és autònom pel que poden sorgir dubtes que els i les alumnes no sàpiguen resoldre i no disposin de l'ajuda necessària. Per aquest motiu, serà necessari crear espais per a la resolució de dubtes. Per exemple, es poden crear classes addicionals o específiques per contestar als dubtes de l'alumnat per videoconferència.
- En línia amb el punt anterior, també van ser rellevants les videotrucades amb el professorat per aclarir els dubtes de manera individual o en grup reduït. Com indiquen altres estudis (Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Radu et al., 2020; Tang et al., 2020), per alguns alumnes suposa un repte comunicar-se amb el professorat durant l'aprenentatge a distància i plantejar els seus dubtes durant la classe per videoconferència. Les tutories individuals poden oferir un entorn més còmode on l'alumnat se senti més segur a l'hora de fer preguntes, incentivant el contacte entre estudiants i docents (UNESCO i IESALC, 2020). A més, en comparació als missatges de correu electrònic, les videotrucades ofereixen un suport més semblant al que els alumnes tenen durant les classes presencials i facilita la comprensió de les explicacions donades.

A més a més, els resultats d'aquesta tesi destaquen el paper dels companys i de les companyes i del professorat en el benestar de l'alumnat quan es troba en una situació d'aïllament. Aquestes interaccions són essencials per a la satisfacció de l'alumnat i tenen un paper decisiu en el seu desenvolupament i rendiment acadèmic (United Nations, 2021). Les dades mostren que aquells i aquelles estudiants que estaven més aïllats de la resta d'estudiants i professors o professores, són els que van sentir més accentuades les emocions negatives com la preocupació, la confusió o el desànim i en menys mesura les emocions positives com la calma o la confiança. A més, quan va disminuir el nivell de connexió amb altres estudiants i docents, aquest es va associar amb el desenvolupament acadèmic, de manera que l'estudiantat que se sentia menys connectat va ser el que va percebre un empitjorament més alt en el seu desenvolupament acadèmic. Per contra, uns nivells més alts de contacte amb la resta de l'alumnat i el professorat es van associar amb majors nivells d'emocions positives i menors nivells d'emocions negatives. Tal com mostren els resultats d'aquesta investigació i d'investigacions prèvies (Blendon et al., 2004; Brooks et al., 2020; Hawryluck et al., 2004), en situacions d'emergència i d'aïllament predominen els sentiments negatius afectant el benestar i la salut mental de l'estudiantat. Per tant, és vital que les institucions acadèmiques treballin el suport que es dona a l'alumnat i que fomentin el contacte entre l'estudiantat i entre estudiants i docents assegurant que cap estudiant quedi aïllat malgrat la distància. Això es pot aconseguir posant en pràctica algunes de les següents accions:

- Implementar activitats participatives, com els fòrums de discussió en els que es fomenti el debat i l'intercanvi d'idees entre estudiants per promoure la interacció entre l'alumnat. Mitjançant aquests fòrums també es poden incentivar converses més enllà de l'àmbit acadèmic per relaxar l'atmosfera i millorar el sentiment de contacte i comunitat durant la docència (Scull et al., 2020).

- Crear sistemes de comunicació eficaços i ràpids, per exemple mitjançant la missatgeria instantània com els grups de WhatsApp© o Telegram©. Investigacions prèvies indiquen que la comunicació entre l'estudiantat i el professorat pot ser més complicada en l'aprenentatge a distància que en l'aprenentatge tradicional (Alnusairat et al., 2020; Amir et al., 2020; Radu et al., 2020), per la qual cosa aquests nous canals permeten que la comunicació sigui més propera, ràpida i accessible.
- Els i les alumnes van valorar molt positivament la rapidesa amb què el professorat va respondre els seus dubtes i preguntes per correu electrònic o altres vies, generant un sentiment de suport i atenció personalitzada. Malgrat això, cal destacar que si no s'estableixen límits, hi ha estudiants que poden abusar d'aquest canal creant una sobrecàrrega de feina significativa en els professors i les professores de les assignatures.
- Als i a les alumnes els va agradar l'actitud de suport i empatia per part del professorat, que els demanessin retroalimentació per a millorar la docència i que estiguessin atents a les seves necessitats més enllà de les purament acadèmiques. Una instrucció empàtica juntament amb estratègies de creació de comunitats augmenten la participació i compromís dels i de les estudiants en el procés d'aprenentatge (Rajab et al., 2022).
- Institucionalment, es poden oferir línies permanents de suport per telèfon o Internet perquè l'alumnat i el professorat puguin adreçar els seus dubtes o preocupacions, per exemple en relació amb els canvis organitzatius i les noves normatives per fer front a la situació d'emergència, les necessitats especials ocasionades per la situació o fins i tot per rebre suport psicològic (UNESCO i IESALC, 2020).

Aquesta investigació també aporta noves evidències pel que fa a l'exposició prolongada a una situació d'emergència i els efectes que pot ocasionar la fatiga pandèmica. Segons els resultats obtinguts, les dades indiquen que els efectes perjudicials del confinament es poden agreujar a mesura que avança el temps en situació d'aïllament. Per exemple, els resultats mostren un augment en les sensacions negatives com l'avorriment i una reducció significativa en la percepció de contacte amb altres estudiants i el professorat. Per altra banda, també s'ha observat un possible impacte en el rendiment acadèmic, ja que a mesura que es va prolongar la docència a distància pel confinament es van reduir les qualificacions acadèmiques i va augmentar el nombre d'estudiants que van suspendre o abandonar els estudis. Aquests resultats posen en alerta que no sempre és possible mantenir la mateixa qualitat de l'educació en una situació d'emergència i que a banda dels factors educatius, intervien un gran nombre d'elements derivats de la situació que poden suposar un desgast. Per aquest motiu, cal que sempre que sigui possible, es fomenti el retorn a l'educació presencial (UNESCO i IESALC, 2020). Si la situació ho permet, aquest retorn es pot anticipar implementant una tornada a la presencialitat híbrida o gradual (UNESCO, 2020), per exemple:

- Prioritzar la tornada a l'educació presencial en funció del curs acadèmic de l'alumnat. En aquest cas, com que el primer curs es tracta d'un curs crític per a la socialització i adaptació de l'alumnat a l'entorn acadèmic universitari, es pot prioritzar el retorn d'aquests i aquestes estudiants, tal com va fer la UPC el setembre de 2020 (UPC, 2020b). En mantenir la resta de cursos en línia, la universitat disposa de més espai disponible per garantir que es compleixi la distància de seguretat, poder fer grups reduïts d'alumnes o utilitzar les aules més grans i auditoris.
- També es pot tenir en compte la tipologia de la classe. Hi ha algunes classes, com les classes magistrals de teoria, en les que hi ha un gran nombre d'alumnes i es fa més complicat poder-les fer de manera

presencial mantenint les normes de seguretat com el distanciament social. Per contra, hi ha classes en què l'alumnat ja està dividit en grups reduïts com les de pràctiques o laboratori, on a més, el treball en grup i la utilització del material fan més necessari poder-les fer presencials. En aquest cas, es pot començar oferint el retorn a l'educació presencial prioritant aquestes classes més pràctiques, garantint la neteja de l'espai i les condicions de seguretat necessàries.

- Una altra opció, és implementar la tornada per grups reduïts i de manera rotativa. Per implementar aquesta opció cal dividir els i les estudiants en grups. Cada cert temps, per exemple cada setmana, el grup seleccionat farà la docència presencial mentre que la resta seguiran les classes des de casa i la setmana següent canviaran. En aquest cas, les classes s'imparteixen presencialment i mitjançant sistemes per càmeres i videoconferència es retransmeten en directe a l'alumnat que està a casa. Tanmateix, depenent del sistema de transmissió que s'utilitzi, es pot fer complicat pels i per les estudiants que estan connectats des de casa seguir la classe i participar-hi o veure correctament els continguts, per exemple si es fan anotacions a la pissarra de l'aula (UNESCO, 2020). També pot ser complex pel professor o la professora que ha d'estar atenent tant als i a les alumnes de l'aula com aquells que hi ha a connectats des de casa.
- Finalment, també es poden obrir les zones d'estudi, com la biblioteca o l'aula d'estudi, amb les mesures de seguretat convenients i control d'aforament amb sistemes de reserva prèvia. En aquest cas, a banda de fomentar la interacció i socialització entre els i les alumnes, es facilitaria l'accés a recursos com els ordinadors o sales d'estudi adequades i silencioses.

Investigació recent en l'àmbit d'estudi

La investigació presentada en aquesta tesi ha estat citada en articles posteriors que han analitzat els efectes de la pandèmia en l'àmbit acadèmic, com per exemple en l'estudi de Howcroft i Mercer (2022) sobre com valora l'alumnat d'enginyeria de primer curs l'educació a distància durant la pandèmia. En aquest estudi, s'obtenen resultats similars als de la present tesi i també s'esmenta la importància de l'autodisciplina dels i de les estudiants per seguir el curs. Per altra banda, s'indica que la docència no presencial durant la COVID-19 ha pogut reforçar algunes competències com els mètodes de col·laboració en línia, les habilitats tecnològiques, la gestió del temps, l'organització i la prioritització de tasques. A més, s'identifiquen bones pràctiques que han ajudat els i les estudiants, algunes ja identificades en aquesta investigació com la importància de la disponibilitat del professorat per respondre els dubtes o el reforç de les classes per videoconferència amb continguts que es puguin revisar de manera asíncrona. A més, s'identifiquen altres bones pràctiques com:

- Tenir tot el contingut disponible a través d'un centre d'aprenentatge centralitzat.
- Que el contingut estigui disponible amb antelació.
- Que en els exàmens es permeti consultar els apunts i la documentació de l'assignatura.

També es detecten alguns aspectes negatius de la docència en línia durant la COVID-19, com la percepció d'un increment en la càrrega de treball i en el nombre de tasques de les assignatures, la poca consistència en l'estructura i organització de les diferents assignatures i la falta d'experiències pràctiques que es percep com una pèrdua d'oportunitats per desenvolupar les habilitats requerides. Finalment, en línia amb els resultats de la

present tesi, es detecta un impacte negatiu en el benestar emocional de l'estudiantat i les complicacions d'establir relacions amb altres estudiants.

La investigació d'aquesta tesi també ha estat citada en l'estudi de Zurlo et al., (2022) que compara la salut mental de l'estudiantat universitari abans i durant la pandèmia. Els resultats posen en alerta la salut mental dels i de les estudiants, ja que es detecta un augment significatiu dels símptomes de depressió, ansietat fòbica, obsessivocompulsiu i psicoticisme, així com en el nivell d'estrès i els factors estressants relacionats amb la COVID-19. Per tant, s'alerta que encara que ja s'ha superat la fase aguda de la crisi, això no implica que l'impacte emocional i psicològic derivats de l'exposició durant més d'un any a la situació de pandèmia disminueixin amb la mateixa rapidesa.

A més, la investigació s'ha citat en l'article de Martín-Núñez et al., (2022) en el que els i les estudiants de màster valoren un model d'educació híbrid que combina l'educació a distància amb l'educació presencial. Tot i que les opinions cap al model plantejat són favorables i els i les estudiants van manifestar poder seguir les sessions sense dificultat, mantenint l'atenció i participant activament en les sessions, el sentiment de pertinença al grup va ser menor en introduir la docència en línia. A més, en la segona mesura quan els i les estudiants ja portaven més temps utilitzant el model híbrid, la seva satisfacció va disminuir i va augmentar la percepció que es tractava d'una solució només per a la situació de la pandèmia, però no per mantenir-la més enllà.

Per altra banda, la manca de recerca anterior en aquest àmbit fa que sigui complicat validar els resultats obtinguts en aquesta tesi amb la literatura que precedeix la investigació i cal analitzar els articles posteriors per veure si han obtingut resultats similars. En els últims articles publicats sobre l'impacte de la COVID-19 en estudiants d'enginyeria, es troben resultats alineats amb els d'aquesta tesi en mostres de diversos països, altres especialitats d'enginyeria, diferents cursos acadèmics i utilitzant diverses metodologies de recerca, tant quantitatives com qualitatives. Per exemple, en l'estudi de Backer i Chierichetti (2022) als EUA, els i les estudiants van informar d'un empitjorament en la capacitat de socialitzar amb els companys i les companyes. En els estudis de Guo et al., (2022) a Nova Zelanda i Tshering i Dema (2022) a Bhutan, es va detectar un impacte psicològic negatiu en el benestar emocional de l'alumnat i emocions negatives com la incertesa, l'ansietat i la depressió. En l'estudi d'Eryilmaz et al., (2022) a Turquia els alumnes van indicar que el nivell de concentració havia disminuït a causa de la preocupació per la pandèmia, afectant negativament al seu aprenentatge. En el cas de l'estudi d'Ilangarathna et al., (2022) a Sri Lanka, els i les estudiants es van sentir aïllats durant la docència no presencial i van informar dels problemes en haver de fer les classes en l'entorn domèstic. A més, tal com s'ha observat en aquesta investigació, l'estudi d'Appiah-Kubi et al., (2022) als EUA, mostra que els i les estudiants que han tingut un major aprenentatge durant la docència en línia són els que han demostrat més compromís amb els materials del curs. Per altra banda, Cavanaugh et al., (2022) indiquen que els i les estudiants van sentir una disminució en la qualitat de la docència percebuda i una disminució en la dificultat de les assignatures, fet que pot explicar per què en alguns casos l'alumnat ha obtingut millors qualificacions durant la pandèmia tot i les adversitats que presenta la situació.

En els estudis publicats recentment també s'identifiquen bones pràctiques dutes a terme durant la docència no presencial, algunes ja identificades en aquesta tesi com compartir exercicis ja resolts (Hidalgo et al., 2022) o la importància de la retroalimentació i la ràpida resolució de dubtes (Bakir i Alsaadani, 2022) i d'altres que cal destacar:

- L'ús de la classe invertida, fent que l'alumnat revisi els materials teòrics pel seu compte per centrar les hores de docència en la part pràctica de les assignatures per donar el suport necessari als i a les alumnes en la resolució de problemes (Clark et al., 2022).
- La implementació d'activitats pràctiques centrades en l'aprenentatge basat en problemes per fomentar la participació, la motivació, la implicació i l'aprenentatge autònom de l'alumnat en una situació en què l'autonomia dels i les estudiants és imprescindible a causa de la situació d'aïllament (Casquero-Modrego et al., 2022; Liu et al., 2022; Pereira et al., 2022).
- La digitalització dels laboratoris i de la maquinària per a poder dur a terme les classes pràctiques. Els articles parlen sobre el desenvolupament de simuladors digitals dels equips del laboratori (Lamo et al., 2022; Sánchez Zurano et al., 2022) o fins i tot de l'ús de la realitat virtual per facilitar el procés d'aprenentatge pràctic durant la docència no presencial, projectant en entorns virtuals les màquines i dispositius del laboratori (Chu, 2022; Huang et al., 2022; Vergara et al., 2022).
- En cas que la digitalització del laboratori no sigui possible, també es pot recórrer a la utilització de laboratoris domèstics que s'envien als alumnes i inclouen els aparells necessaris per realitzar les sessions pràctiques des de casa. Mitjançant aquesta pràctica, Ariza (2022) va aconseguir generar més motivació entre els i les estudiants i millorar el seu rendiment acadèmic i autoeficàcia.
- L'ús de la ludificació per a millorar la motivació de l'alumnat. Per exemple, en l'estudi de Rincon-Flores et al., (2022), utilitzant un sistema de recompenses mitjançant insígnies i un tauler de puntuació i lideratge, es va aconseguir un aprenentatge més actiu i participatiu i es va millorar l'atenció dels i de les alumnes. Per altra banda, en l'estudi de Cook-Chennault et al., (2022) s'analitza l'ús dels jocs i de les simulacions per a transmetre coneixements sobre el disseny d'estructures de manera visual i interactiva.
- Adaptar les activitats a la situació de l'alumnat per a generar més motivació envers les pràctiques. Per exemple, en l'estudi de Heim et al., (2022) es demana als i a les estudiants que desenvolupin un joc d'escapada digital amb diverses proves a resoldre com a exercici pràctic. Durant el confinament, els jocs d'escapada digitals van oferir entreteniment a les persones que no es podien moure de les seves llars i el seu desenvolupament permet als i a les estudiants poder posar en pràctica el projecte compartint-lo amb altres alumnes o coneguts malgrat la situació d'aïllament.
- Finalment, tot i que els i les estudiants d'enginyeria prefereixen l'aprenentatge presencial, indiquen que els agradaria mantenir algunes de les pràctiques implementades durant la docència en línia per la COVID-19, com per exemple voldrien continuar tenint accés a les gravacions de les classes per revisar els continguts i explicacions donades (Hidalgo et al., 2022).

A més a més, es troben investigacions que han inclòs altres variables a l'estudi, com la motivació (May et al., 2022; Vrgović et al., 2022) o el sentiment de pertinença de l'alumnat (Morgan et al., 2022), que tal com indiquen els resultats, van reduir-se durant la docència no presencial. També es tenen en compte altres factors com l'estatus socioeconòmic de l'estudiantat i el nivell d'ingressos familiars (Ilangarathna et al., 2022; Shekh-Abed i Barakat, 2022) o el fet que els i les estudiants tinguessin familiars treballant a primera línia de la pandèmia (Tshering i Dema, 2022). Per altra banda, hi ha investigacions que inclouen en l'anàlisi la perspectiva del professorat, com l'estudi de Musarat (2022) o el de DeCoito i Estaiteyeh (2022).

Això no obstant, la literatura continua aportant algunes observacions contradictòries com és el cas de l'estudi d'Ewell et al., (2022) en el que l'alumnat va indicar sentir menys ansietat en els exàmens que es van dur a terme durant la COVID-19 que en els exàmens anteriors a la pandèmia o l'estudi de Salimi et al., (2022) que conclou que l'ús d'eines digitals per a promoure les relacions socials en línia no té un impacte significatiu en el desenvolupament acadèmic dels i de les estudiants i que no necessàriament afavoreix el seu rendiment.

Una situació com la de la pandèmia de la COVID-19 ha de servir per reflexionar sobre com de preparats estan els sistemes educatius a escala global per adaptar-se a possibles amenaces i situacions d'emergència i quines mancances s'han fet més evidents en aquest context, com per exemple la necessitat de formar a tot el professorat en l'ús de les eines digitals (UNESCO i IESALC, 2020). Per altra banda, aquesta transició massiva cap a l'aprenentatge en línia ha aportat molts aprenentatges que, mitjançant una revisió pedagògica dels models actuals, es podrien implementar en les classes presencials per tal d'aprofitar al màxim les tecnologies i eines digitals (Seryakova et al., 2022; UNESCO i IESALC, 2020). El món no estava preparat per a la COVID-19, però podem optar a estar-ho per a la pròxima vegada.

5.2. Investigacions futures

Els resultats d'aquesta tesi proporcionen punts de reflexió i vies de recerca que caldrà continuar explorant en futures investigacions per aportar noves dades i contribuir a identificar els elements que intervien en l'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat d'enginyeria quan es troben en situació de risc.

En relació amb els resultats de la investigació sobre el benestar i l'experiència acadèmica de l'alumnat nascut a l'estranger en els estudis d'enginyeria, sorgeix la discussió sobre si la discriminació percebuda per aquests i aquestes estudiants és un reflex real de la discriminació que té lloc en el campus o si aquestes percepcions poden estar condicionades per estratègies d'afrontament que els i les estudiants de minories poden utilitzar per protegir-se dels prejudicis i la discriminació. Les estratègies d'afrontament fan referència als esforços cognitius, conductuals i emocionals que s'utilitzen per gestionar situacions estressants o desagradables (Lazarus i Folkman, 1984). Aquestes estratègies poden fer que els i les estudiants tinguin una percepció de discriminació menor a la que realment s'han d'enfrontar. Per exemple, algunes estratègies per protegir-se de la discriminació són la desvinculació de la situació (Kaholokula et al., 2017), l'acceptació (Noh i Kaspar, 2003), la negació o evitació (Alvarez i Juang, 2010; Liang et al., 2007) i l'autoculpa (Goreis et al., 2020). Per tal d'ampliar la recerca d'aquesta tesi, les investigacions futures sobre la discriminació percebuda per part d'estudiants de minories als campus d'enginyeria poden incorporar les estratègies d'afrontament i analitzar si influencien o disminueixen la percepció de discriminació de l'alumnat, ocultant la discriminació real que reben en l'entorn acadèmic.

Una estratègia d'afrontament que preocupa especialment en els entorns acadèmics és la segregació. Els i les estudiants minoritaris poden autosegregar-se i aïllar-se en contextos intragrups més segurs, com els grups ètnicament homogenis, per reduir l'experiència negativa i protegir-se de l'entorn discriminatori (Derks et al., 2007; Rose-Redwood i Rose-Redwood, 2013). En algunes de les investigacions sobre les minories ètniques en entorns universitaris, s'observa que encara que s'augmenti la participació d'aquests col·lectius, es donen situacions de segregació o aïllament ètnic respecte el grup predominant (Harris i Johnston, 2020; Levin et al., 2006). Aquesta tendència a l'agrupació o distanciament ètnic pot suposar una barrera per a la integració al campus i conduir a un major etnocentrisme i intolerància racial fomentant actituds negatives entre estudiants. Els resultats d'aquesta investigació suggereixen que aquesta segregació està present en els campus d'enginyeria, ja que, mentre que els espais com les classes i els treballs en grup en els que l'alumnat està obligat a interactuar amb la resta de companys i companyes és on els i les estudiants nascuts a l'estranger s'han sentit més discriminats, en les activitats extracurriculars en què poden escollir amb qui anar, pràcticament no han percebut discriminació. Per aquest motiu, un constructe que s'hauria d'incloure en les pròximes investigacions en aquest camp és l'aïllament i segregació de l'estudiantat, ja que el fet que estiguin segregats segons el grup social al qual pertanyen pot fer que no se sentin tan discriminats, però alhora és un clar indicador que no s'està assolint una educació inclusiva.

Un altre factor que pot afectar a la percepció de la discriminació de l'estudiantat és la conscienciació de l'estereotip i la identificació amb el grup estereotipat. Quan una persona és més conscient de l'estigma o de l'estereotip del grup social al qual pertany, té una major sensibilitat per identificar signes de discriminació i prejudici, cosa que la fa més propensa a detectar amenaces, encara que siguin subtils, que aquelles persones que pertanyen al mateix grup estigmatitzat, però tenen menys consciència de l'estigma o bé no se senten tan

identificades amb el grup estigmatitzat (Casad et al., 2019). En l'estudi de Mulvey et al., (2022) es va trobar que els i les estudiants STEM a mesura que avançaven els cursos acadèmics denunciaven més discriminació per part del professorat i classes menys inclusives. Una possible explicació que es dona és que a mesura que els adolescents avancen en les seves etapes educatives, es fan més conscients de les pràctiques discriminatòries que tenen lloc durant les classes. Per tant, les investigacions futures poden afegir una mesura sobre la consciència de l'estigma i la identificació amb el grup estereotipat per validar aquesta suposició i analitzar si hi ha una relació entre la conscienciació, la identificació i la discriminació percebuda. Això també permetrà explorar alguns dels resultats d'aquest estudi, com per exemple el fet que les dones estrangeres no se sentin significativament més discriminades que les dones natives. En aquest cas, es podria investigar si existeixen diferències en la conscienciació i identificació amb l'estereotip en funció de la nacionalitat de les alumnes. Es tracta d'una variable especialment interessant perquè genera força debat en la comunitat acadèmica. Mentre que algunes investigacions prèvies suggereixen que augmentar la consciència de les adolescents sobre la discriminació contra les nenes i les dones en STEM pot fomentar l'autoeficàcia i l'interès en l'àmbit (Weisgram i Bigler, 2007), altres suggereixen que ser conscient de les experiències directes de biaix de gènere en contextos STEM pot debilitar el compromís i interès de les estudiants (Moss-Racusin et al., 2018). A més, com que molta de la investigació ha analitzat aquest fet en dones, és especialment desconegut amb mostres d'estudiants nascuts a l'estranger.

Per altra banda, els resultats d'aquesta investigació han indicat que l'alumnat nascut a l'estranger se sent significativament més discriminat pel professorat i el personal administratiu. Com ha fet el recent estudi de Park et al., (2022), les investigacions futures poden ampliar aquests resultats identificant l'impacte específic de la discriminació percebuda per part del professorat al desenvolupament acadèmic i a les intencions d'abandonament de l'alumnat. També caldria desenvolupar una anàlisi més profunda sobre les discriminacions en els processos administratius, ja que molta de la literatura prèvia se centra en els processos acadèmics i no es tenen gaires dades sobre la discriminació en aquestes situacions dins la universitat. Com que aquestes discriminacions es poden basar en accions subtils i microagressions difícils de detectar (Smith et al., 2022), aquest camp d'investigació es beneficiarà d'un enfocament de mètodes mixtos que inclogui la recerca qualitativa per proporcionar una millor comprensió i obtenir una imatge més completa del tracte perjudicial que l'estudiantat nascut a l'estranger pot experimentar en els diferents entorns i situacions del campus, com les classes, els treballs en grup, els moments d'oci o les gestions administratives.

Pel que fa a la investigació sobre l'impacte de la situació d'emergència generada per la pandèmia a l'estudiantat d'enginyeria, es fa més complicat poder ampliar la recerca actual, ja que el context d'estudi ha canviat i la situació de pandèmia ha evolucionat d'ençà que es va dur a terme la investigació.

De tota manera, una anàlisi que seria d'interès per la comunitat acadèmica, és entendre si ara que la majoria d'estudiants han tornat a fer les classes de manera presencial, continuen sentint els efectes de la pandèmia o si s'ha recuperat totalment el punt en què estaven abans de la COVID-19 (Iqbal et al., 2020). Serà especialment interessant incloure en l'anàlisi l'estat emocional i psicològic dels i de les estudiants per poder estudiar si la situació viscuda ha pogut tenir un impacte en el benestar que perduri en el temps. També es pot analitzar l'abast de l'impacte que ha tingut la pandèmia a l'aprenentatge, per saber si l'alumnat s'ha pogut posar al dia o si s'han produït resultats catastròfics com l'abandonament dels estudis o la no superació de les assignatures matriculades. Per altra banda, un dels factors en què s'ha observat un impacte més gran en aquesta investigació ha estat el contacte i connexió amb la resta d'estudiants. Per aquest motiu, serà d'especial d'interès entendre si aquesta falta de contacte durant gairebé un curs i mig ha pogut afectar les relacions de l'alumnat més enllà de la situació de

pandèmia, debilitant les relacions amb la resta d'alumnes, per exemple, fent que siguin més superficials, menys duradores o que es relacionin amb un nombre menor de companys i companyes, reduint el capital social de l'alumnat i la xarxa de contactes del seu àmbit professional amb els quals es graduaran quan acabin els estudis.

Per altra banda, els estudis actuals que es desenvolupin al voltant de l'impacte de la pandèmia de la COVID-19 en estudiants d'enginyeria poden explorar quin impacte creuen que tindrà la pandèmia en el seu futur professional o quines preocupacions actuals tenen aquests i aquestes estudiants pel que fa al seu futur professional. Per exemple, alguns estudis destaquen la preocupació per poder trobar unes pràctiques acadèmiques laborals, ja que en molts països la pandèmia ha tingut un impacte econòmic i laboral molt gran deixant a moltes persones en situació d'atur i reduint el nombre de vacants de pràctiques per l'alumnat (Teng et al., 2022). Aquesta informació permetrà activar mecanismes de suport enfocats a les preocupacions actuals dels i de les estudiants.

Ara que ja ha passat la fase crítica de la pandèmia, es pot dur a terme un estudi retrospectiu amb tota la comunitat acadèmica per avaluar com ha estat la gestió acadèmica de la situació i la transició a l'aprenentatge en línia. Aquest estudi ajudaria a entendre quines accions han funcionat i quines s'haurien de replantejar o evitar en un procés d'adaptació acadèmica cap a l'aprenentatge a distància en el context d'emergència sanitària, contribuint a estar més preparats si en un futur el món s'ha d'enfrontar a una situació similar.

Finalment, una recerca que podria ampliar els resultats de la present investigació és la unió de les dues situacions d'emergència que en aquesta tesi s'han estudiat per separat per entendre com els i les estudiants de minories en els estudis d'enginyeria han viscut l'educació a distància i la situació de pandèmia i si hi ha hagut diferències rellevants en el seu benestar i la seva experiència en comparació al grup majoritari (Molock i Parchem, 2021; Trammell et al., 2021). Per exemple, algunes qüestions que la recerca podria explorar és si en el format a distància també es produeixen les situacions de discriminació o si l'ensenyament en línia protegeix als estudiants del perjudici i discriminació del campus. Per altra banda, també seria interessant entendre si han disposat dels mateixos recursos i si l'aïllament d'aquests i aquestes alumnes encara ha estat més accentuat que el de la resta d'estudiants pel fet de formar part d'un col·lectiu minoritari estigmatitzat. Com que són estudiants amb un alt risc d'abandonar els estudis (Park et al., 2020; Whitcomb i Singh, 2021), també caldrà estudiar si la situació de pandèmia ha pogut agreujar encara més el seu abandonament acadèmic, ja que com assenyalen els resultats d'aquesta investigació i d'altres investigacions durant la COVID-19, la situació de pandèmia prolongada pot tenir un impacte negatiu en el rendiment i persistència acadèmica de l'alumnat (Ausín et al., 2021; Cecchini et al., 2021; Gopal et al., 2020).

5.3. Conclusió

La present tesi té com a objectiu aportar una major comprensió dels elements que intervenen en l'experiència acadèmica i el benestar de l'estudiantat d'enginyeria quan es troben en situació de risc. Concretament, la investigació analitza dues situacions en què els i les estudiants són més vulnerables: quan formen part d'un grup minoritari estigmatitzat i quan es troben en una situació d'emergència sanitària. La informació obtinguda en aquest estudi permetrà determinar com els factors estudiats poden comprometre el desenvolupament acadèmic de l'alumnat i impedir que es beneficiïn d'una educació equitativa i de qualitat. A partir de l'anàlisi quantitativa de les dades obtingudes mitjançant tres qüestionaris, es pot concloure que les situacions estudiades tenen un impacte negatiu en el desenvolupament acadèmic i benestar emocional i psicològic dels i de les estudiants. La present recerca ha proporcionat una comprensió més completa sobre les implicacions perjudicials d'aquestes situacions en l'aprenentatge de l'estudiantat vulnerable i en els factors que hi intervenen. En concret, el fet de trobar-se en aquests contextos, fa que els i les estudiants puguin ser més propensos a abandonar els estudis i que hi hagi més factors que puguin amenaçar el seu rendiment acadèmic. Un resultat rellevant d'aquesta investigació és el paper que tenen les relacions de l'alumnat vulnerable amb la resta de l'estudiantat i personal docent, podent generar experiències de discriminació i aïllament. S'espera que els resultats d'aquesta recerca ajudin a comprendre l'abast que pot tenir l'impacte d'una situació determinada al desenvolupament i benestar dels i de les estudiants d'enginyeria i que contribueixin en el disseny i implementació d'accions de suport per part de les institucions acadèmiques. Tanmateix, tot i que aquesta tesi aporta nova evidència empírica en l'àmbit d'investigació, l'experiència acadèmica i el benestar de l'alumnat són fenòmens complexos i multifactorials en els que intervenen un gran nombre d'elements interconnectats entre ells, dels quals només se n'han analitzat alguns. Per aquest motiu, la investigació futura podrà complementar els resultats obtinguts incorporant nous constructes a l'estudi com les estratègies d'enfrontament o la segregació dels i de les estudiants durant els seus estudis. A més, cal recordar que les xifres de cada país o de cada universitat poden ocultar realitats diferents pel que també serà d'utilitat validar si els resultats trobats en el context d'aquest estudi són vàlids en altres poblacions i titulacions acadèmiques.

S'espera que els resultats d'aquesta tesi ajudin a les institucions acadèmiques d'enginyeria a prendre consciència de la realitat que viuen els i les estudiants quan es troben en una situació vulnerable durant els estudis d'enginyeria, on malauradament, encara existeixen prejudicis, discriminacions i situacions d'emergència que poden posar en risc el desenvolupament de l'alumnat. És necessari el compromís real i la implicació de tota la comunitat acadèmica per tal d'aconseguir una educació més diversa i integradora i assegurar que en qualsevol context tot l'alumnat podrà continuar aprenent amb igualtat d'oportunitats.

Bibliografia

- Al-Balas, M., Al-Balas, H. I., Jaber, H. M., Obeidat, K., Al-Balas, H., Aborajoo, E. A., Al-Taher, R. i Al-Balas, B. (2020). Distance learning in clinical medical education amid COVID-19 pandemic in Jordan: Current situation, challenges, and perspectives. *BMC Medical Education*, 20(341). <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02257-4>
- Alnusairat, S., Al Maani, D. i Al-Jokhadar, A. (2020). Architecture students' satisfaction with and perceptions of online design studios during COVID-19 lockdown: The case of Jordan universities. *International Journal of Architectural Research*, 15(1), 219-236. <https://doi.org/10.1108/ARCH-09-2020-0195>
- Alvarez, A. N. i Juang, L. P. (2010). Filipino americans and racism: A multiple mediation model of coping. *Journal of Counseling Psychology*, 57(2), 167-178. <https://doi.org/10.1037/a0019091>
- Amir, L. R., Tanti, I., Maharani, D. A., Wimardhani, Y. S., Julia, V., Sulijaya, B. i Puspitawati, R. (2020). Student perspective of classroom and distance learning during COVID-19 pandemic in the undergraduate dental study program Universitas Indonesia. *BMC Medical Education*, 20(392). <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02312-0>
- Anderson, J. A. (1988). Cognitive styles and multicultural populations. *Journal of Teacher Education*, 39(1), 2-9. <https://doi.org/10.1177/002248718803900102>
- Antonio, A. L., Chang, M. J., Hakuta, K., Kenny, D. A. i Milem, J. F. (2004). Effects of racial diversity on complex thinking in college students. *Psychological Science*, 15(8), 507-510. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00710.x>
- Appiah-Kubi, P., Zouhri, K., Basile, E. i McCabe, M. (2022). Analysis of engineering technology students' digital footprints in synchronous and asynchronous blended courses. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 12(1), 63-74. <https://doi.org/10.3991/ijep.v12i1.24571>
- Arbaugh, J. B. (2000). Virtual classroom characteristics and student satisfaction with Internet-based MBA courses. *Journal of Management Education*, 24(1), 32-54. <https://doi.org/10.1177/105256290002400104>
- Aristovnik, A., Keržič, D., Ravšelj, D., Tomaževič, N. i Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 pandemic on life of higher education students: A global perspective. *Sustainability*, 12(20), 8438. <https://doi.org/10.3390/su12208438>
- Ariza, J. Á. (2022). Can in-home laboratories foster learning, self-efficacy, and motivation during the COVID-19 pandemic? - A case study in two engineering programs. *International Journal of Engineering Education*, 38(2), 310-321. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.16465>
- Aslan, I., Ochnik, D. i Çınar, O. (2020). Exploring perceived stress among students in Turkey during the covid-19 pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 8961. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238961>
- Ausín, B., González-Sanguino, C., Castellanos, M. Á. i Muñoz, M. (2021). Gender-related differences in the psychological impact of confinement as a consequence of COVID-19 in Spain. *Journal of Gender Studies*, 30(1), 29-38. <https://doi.org/10.1080/09589236.2020.1799768>
- Backer, P. R. i Chierichetti, M. (2022). Exploring the impact of the COVID-19 pandemic on the lives of engineering students at San José State University, USA. *The International Journal of Engineering Education*, 38(2), 350-364.
- Bakir, R. i Alsaadani, S. (2022). A mixed methods study of architectural education during the initial COVID-19 lockdown: Student experiences in design studio and technology courses. *Open House International*, 47(2), 338-360. <https://doi.org/10.1108/OHI-09-2021-0206>
- Bean, J. P. (1980). Dropouts and turnover: The synthesis and test of a causal model of student attrition. *Research in Higher Education*, 12(2), 155-187. <https://doi.org/10.1007/BF00976194>
- Beasley, M. A. i Fischer, M. J. (2012). Why they leave: The impact of stereotype threat on the attrition of women and minorities from science, math and engineering majors. *Social Psychology of Education*, 15(4), 427-448. <https://doi.org/10.1007/s11218-012-9185-3>
- Benner, A. D., Crosnoe, R. i Eccles, J. S. (2015). Schools, peers, and prejudice in adolescence. *Journal of Research on Adolescence*, 25(1), 173-188. <https://doi.org/10.1111/jora.12106>
- Benner, A. D., Wang, Y., Shen, Y., Boyle, A. E., Polk, R. i Cheng, Y.-P. (2018). Racial/ethnic discrimination and well-being during adolescence: A meta-analytic review. *American Psychologist*, 73(7), 855-883. <https://doi.org/10.1037/amp0000204>
- Bigler, R. S. i Liben, L. S. (2006). A developmental intergroup theory of social stereotypes and prejudice. *Advances in Child Development and Behavior*, 34, 39-89. [https://doi.org/10.1016/s0065-2407\(06\)80004-2](https://doi.org/10.1016/s0065-2407(06)80004-2)
- Blendon, R. J., Benson, J. M., DesRoches, C. M., Raleigh, E. i Taylor-Clark, K. (2004). The public's response to severe acute respiratory syndrome in Toronto and the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 38(7), 925-931. <https://doi.org/10.1086/382355>

- Boletín Oficial del Estado. (2020a). *Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19* (Vol. 67). Gobierno de España. Recuperat el 21 d'abril de 2022, de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/03/14/463/dof/spa/pdf>
- Boletín Oficial del Estado. (2020b). *Real Decreto 926/2020, de 25 de octubre, por el que se declara el estado de alarma para contener la propagación de infecciones causadas por el SARS-CoV-2*. (Vol. 282). Gobierno de España. Recuperat el 21 d'abril de 2022, de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/10/25/926/dof/spa/pdf>
- Braat-Eggen, P. E., van Heijst, A., Hornikx, M. i Kohlrausch, A. (2017). Noise disturbance in open-plan study environments: A field study on noise sources, student tasks and room acoustic parameters. *Ergonomics*, *60*(9), 1297-1314. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1306631>
- Braxton, J. M., Bray, N. J. i Berger, J. B. (2000). Faculty teaching skills and their influence on the college student departure process. *Journal of College Student Development*, *41*(2), 215-227.
- Braxton, J. M., Milem, J. F. i Sullivan, A. S. (2000). The influence of active learning on the college student departure process: Toward a revision of Tinto's theory. *The Journal of Higher Education*, *71*(5), 569-590. <https://doi.org/10.1080/00221546.2000.11778853>
- Braxton, J. M. i Mundy, M. E. (2001). Powerful institutional levers to reduce college student departure. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, *3*(1), 91-118. <https://doi.org/10.2190/M127-V05B-5E5J-F9LQ>
- Braxton, J. M., Vesper, N. i Hossler, D. (1995). Expectations for college and student persistence. *Research in Higher Education*, *36*(5), 595-611. <https://doi.org/10.1007/BF02208833>
- Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N. i Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: Rapid review of the evidence. *The Lancet*, *395*(10227), 912-920. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8)
- Brower, A. M. (1992). The «second half» of student integration: The effects of life task predominance on student persistence. *The Journal of Higher Education*, *63*(4), 441-462. <https://doi.org/10.1080/00221546.1992.11778378>
- Cabrera, A. F., Nora, A. i Castaneda, M. B. (1993). College Persistence: Structural equations modeling test of an integrated model of student retention. *The Journal of Higher Education*, *64*(2), 123-139. <https://doi.org/10.2307/2960026>
- Cabrera, A. F., Nora, A. i Castañeda, M. B. (1992). The role of finances in the persistence process: A structural model. *Research in Higher Education*, *33*(5), 571-593. <https://doi.org/10.1007/BF00973759>
- Cabrera, L., Tomás, J., Álvarez, P. i González, M. (2006). El problema del abandono de los estudios universitarios. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, *12*(2), 171-203. <https://doi.org/10.7203/relieve.12.2.4226>
- Campbell-Montalvo, R., Kersaint, G., Smith, C. A. S., Puccia, E., Skvoretz, J., Wao, H., Martin, J. P., MacDonald, G. i Lee, R. (2022). How stereotypes and relationships influence women and underrepresented minority students' fit in engineering. *Journal of Research in Science Teaching*, *59*(4), 656-692. <https://doi.org/10.1002/tea.21740>
- Canet-Juric, L., Andrés, M. L., del Valle, M., López-Morales, H., Poó, F., Galli, J. I., Yerro, M. i Urquijo, S. (2020). A longitudinal study on the emotional impact cause by the COVID-19 pandemic quarantine on general population. *Frontiers in Psychology*, *11*, 565688. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.565688>
- Casad, B. J., Petzel, Z. W. i Ingalls, E. A. (2019). A model of threatening academic environments predicts women STEM majors' self-esteem and engagement in STEM. *Sex Roles*, *80*(7-8), 469-488. <https://doi.org/10.1007/s11199-018-0942-4>
- Casquero-Modrego, N., Núñez-Andrés, M. A. i Iniesto-Alba, M. J. (2022). Effects of small-group learning on the assessment of professional skills through a PBL activity. *Transactions in GIS*, 1-19. <https://doi.org/10.1111/tgis.12897>
- Cava, M. A., Fay, K. E., Beanlands, H. J., McCay, E. A. i Wignall, R. (2005). The experience of quarantine for individuals affected by SARS in Toronto. *Public Health Nursing*, *22*(5), 398-406. <https://doi.org/10.1111/j.0737-1209.2005.220504.x>
- Cavanaugh, J., Jacquemin, S. J. i Junker, C. R. (2022). Variation in student perceptions of higher education course quality and difficulty as a result of widespread implementation of online education during the COVID-19 pandemic. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09596-9>
- Cecchini, J. A., Carriedo, A., Fernández-Río, J., Méndez-Giménez, A., González, C., Sánchez-Martínez, B. i Rodríguez-González, P. (2021). A longitudinal study on depressive symptoms and physical activity during the Spanish lockdown. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *21*(1). <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2020.09.001>
- Check, J. i Schutt, R. K. (2012). *Research methods in education*. Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781544307725>
- Chu, Y. B. (2022). A mobile augmented reality system to conduct electrical machines laboratory for undergraduate engineering students during the COVID pandemic. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10987-9>
- Clark, R. M., Kaw, A. K., Lou, Y. i Scott, A. R. (2022). The flipped classroom during the remote period of COVID: Student perceptions

- compared to pre-COVID times. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2052198>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2021). *¿Cómo promover el acceso universal a internet durante la pandemia de COVID-19?* Recuperat el 3 de maig de 2022, de http://www.oas.org/es/cidh/sacroi_covid19/documentos/03_guias_practicas_internet_esp.pdf
- Cook-Chennault, K., Villanueva Alarcón, I. i Jacob, G. (2022). Usefulness of digital serious games in engineering for diverse undergraduate students. *Education Sciences*, 12(1), 27. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI12010027>
- Council of the European Union. (2021). *Council Resolution on a strategic framework for European cooperation in education and training towards the European Education Area and beyond (2021-2030)*. Official Journal of the European Union. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021G0226\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021G0226(01)&from=EN)
- Cronin, M. R., Alonzo, S. H., Adamczak, S. K., Baker, D. N., Beltran, R. S., Borker, A. L., Favilla, A. B., Gatins, R., Goetz, L. C., Hack, N., Harenčár, J. G., Howard, E. A., Kustra, M. C., Maguiña, R., Martínez-Estevéz, L., Mehta, R. S., Parker, I. M., Reid, K., Roberts, M. B., ... Zavaleta, E. S. (2021). Anti-racist interventions to transform ecology, evolution and conservation biology departments. *Nature Ecology and Evolution*, 5(9), 1213-1223. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01522-z>
- D'hondt, F., Eccles, J. S., Van Houtte, M. i Stevens, P. A. J. (2016). Perceived ethnic discrimination by teachers and ethnic minority students' academic futility: Can parents prepare their youth for better or for worse? *Journal of Youth and Adolescence*, 45(6), 1075-1089. <https://doi.org/10.1007/s10964-016-0428-z>
- DeCoito, I. i Estaiteyeh, M. (2022). Transitioning to online teaching during the COVID-19 pandemic: An exploration of STEM teachers' views, successes, and challenges. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 340-356. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09958-z>
- Denson, N. i Chang, M. J. (2009). Racial diversity matters: The impact of diversity-related student engagement and institutional context. *American Educational Research Journal*, 46(2), 322-353. <https://doi.org/10.3102/0002831208323278>
- Departament de Salut. (2020). RESOLUCIÓ SLT/2546/2020, de 15 d'octubre, per la qual s'adopten noves mesures en matèria de salut pública per a la contenció del brot epidèmic de la pandèmia de COVID-19 al territori de Catalunya. En *Generalitat de Catalunya*. Recuperat el 21 d'abril de 2022, de <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/8248/1816959.pdf>
- Derks, B., Van Laar, C. i Ellemers, N. (2007). The beneficial effects of social identity protection on the performance motivation of members of devalued groups. *Social Issues and Policy Review*, 1(1), 217-256. <https://doi.org/10.1111/j.1751-2409.2007.00008.x>
- Dinh, L. P. i Nguyen, T. T. (2020). Pandemic, social distancing, and social work education: Students' satisfaction with online education in Vietnam. *Social Work Education*, 39(8), 1074-1083. <https://doi.org/10.1080/02615479.2020.1823365>
- Dortch, D. i Patel, C. (2017). Black undergraduate women and their sense of belonging in STEM at predominantly white institutions. *NASPA Journal About Women in Higher Education*, 10(2), 202-215. <https://doi.org/10.1080/19407882.2017.1331854>
- Driessen, E., Beatty, A., Stokes, A., Wood, S. i Ballen, C. (2020). Learning principles of evolution during a crisis: An exploratory analysis of student barriers one week and one month into the COVID-19 pandemic. *Ecology and Evolution*, 10(22), 12431-12436. <https://doi.org/10.1002/ece3.6741>
- Du Toit, A. (2020). Outbreak of a novel coronavirus. *Nature Reviews Microbiology*, 18(3), 123. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0332-0>
- Durkee, M. I., Perkins, T. R. i Hope, E. C. (2021). Academic affect shapes the relationship between racial discrimination and longitudinal college attitudes. *Social Psychology of Education*, 24(1), 59-74. <https://doi.org/10.1007/s11218-020-09602-x>
- Eaton, A. A., Saunders, J. F., Jacobson, R. K. i West, K. (2020). How gender and race stereotypes impact the advancement of scholars in STEM: Professors' biased evaluations of physics and biology post-doctoral candidates. *Sex Roles*, 82(3-4), 127-141. <https://doi.org/10.1007/s11199-019-01052-w>
- Eccles, J. S., Wong, C. A. i Peck, S. C. (2006). Ethnicity as a social context for the development of African-American adolescents. *Journal of School Psychology*, 44(5), 407-426. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.04.001>
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3-4), 169-200. <https://doi.org/10.1080/02699939208411068>
- Elkins, S. A., Braxton, J. M. i James, G. W. (2000). Tinto's separation stage and its influence on first-semester college student persistence. *Research in Higher Education*, 41(2), 251-268.
- Elmer, T., Mepham, K. i Stadtfeld, C. (2020). Students under lockdown: Comparisons of students' social networks and mental health before and during the COVID-19 crisis in Switzerland. *PLoS ONE*, 15(7), e0236337. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236337>

- Else-Quest, N. M., Mineo, C. C. i Higgins, A. (2013). Math and science attitudes and achievement at the intersection of gender and ethnicity. *Psychology of Women Quarterly*, 37(3), 293-309. <https://doi.org/10.1177/0361684313480694>
- Equality and Human Rights Commission. (2019). *Tackling racial harassment: Universities challenged*. Recuperat el 12 d'abril de 2022, de <https://www.equalityhumanrights.com/sites/default/files/tackling-racial-harassment-universities-challenged.pdf>
- Eryilmaz, M., Kalem, G., Kilic, H., Tirkes, G., Topalli, D., Turhan, C., Alakus, B. i Yazici, A. (2022). Online learning perceptions amid COVID-19 pandemic: The engineering undergraduates' perspective. *International Journal of Engineering Education*, 38(2), 408-420.
- Ethington, C. A. (1990). A psychological model of student persistence. *Research in Higher Education*, 31(3), 279-293. <https://doi.org/10.1007/BF00992313>
- Eurostat. (2020). *Tertiary education statistics*. Recuperat el 12 d'abril de 2022, de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tertiary_education_statistics
- Eurostat. (2022a). *Acquisition of citizenship statistics*. Recuperat el 12 d'abril de 2022, de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Acquisition_of_citizenship_statistics
- Eurostat. (2022b). *Early leavers from education and training by sex and citizenship*. Recuperat el 14 d'abril de 2022, de https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/edat_lfse_01/default/table?lang=en
- Eurostat. (2022c). *Population by educational attainment level, sex, age and country of birth (%)*. Recuperat el 14 d'abril de 2022, de https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/edat_lfs_9912
- Ewell, S. N., Josefson, C. C. i Ballen, C. J. (2022). Why did students report lower test anxiety during the COVID-19 pandemic? *Journal of Microbiology & Biology Education*, 23(1). <https://doi.org/10.1128/jmbe.00282-21>
- Farkas, G. (2003). Racial disparities and discrimination in education: What do we know, how do we know it, and what do we need to know? *Teachers College Record*, 105(6), 1119-1146. <https://doi.org/10.1111/1467-9620.00279>
- Fisher, C. R., Brookes, R. H. i Thompson, C. D. (2021). 'I don't study physics anymore': A cross-institutional Australian study on factors impacting the persistence of undergraduate science students. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-09995-5>
- Flores, L. Y., Navarro, R. L., Hyun, B., Hu, X., Diaz, D. i Martinez, L. (2021). Social cognitive predictors of Latinx and White engineering students' academic satisfaction and persistence intentions: Exploring interactions among social identities and institutional context. *Journal of Vocational Behavior*, 127, 103580. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2021.103580>
- Gairín, J., Figuera, P., Triadó, X. M., Feixas, M., Rodríguez, D., Muñoz, J. L., Navarro, M., del Arco, I., Valero, M., Aparicio, P., Domínguez, M., Dorio, I., Freixa, M., Jaría, N., Pons, E., Rodríguez, M. L. i Torrado, M. (2010). *L'abandonament dels estudiants a les universitats catalanes*. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU). Recuperat el 8 d'abril de 2022, de https://www.aqu.cat/doc/doc_30801544_1.pdf
- Gelles, L. A., Lord, S. M., Hoople, G. D., Chen, D. A. i Mejia, J. A. (2020). Compassionate flexibility and self-discipline: Student adaptation to emergency remote teaching in an integrated engineering energy course during COVID-19. *Education Sciences*, 10(11), 304. <https://doi.org/10.3390/educsci10110304>
- Generalitat de Catalunya. (2022). *Premis Dona TIC*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://politiquedigitals.gencat.cat/ca/tic/premisdonatic/>
- Givens, S. M. B. i Tassie, K. E. (2014). *Underserved women of color, voice, and resistance: Claiming a seat at the table*. Lexington Books.
- GLSEN. (2019). *Model district anti-bullying and harassment policy*. Recuperat el 5 de maig de 2022, de <https://www.glsen.org/sites/default/files/2019-10/GLSEN-Model-District-LGBTQ-Inclusive-Anti-Bullying-Harassment-Policy.pdf>
- Gonzalez, T., de la Rubia, M. A., Hincz, K. P., Comas-Lopez, M., Subirats, L., Fort, S. i Sacha, G. M. (2020). Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PLoS ONE*, 15(10), e0239490. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239490>
- Gopal, A., Sharma, A. J. i Subramanyam, M. A. (2020). Dynamics of psychological responses to COVID-19 in India: A longitudinal study. *PLoS ONE*, 15(10), e0240650. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240650>
- Goreis, A., Asbrock, F., Nater, U. M. i Mewes, R. (2020). What mediates the relationship between ethnic discrimination and stress? Coping strategies and perceived social support of Russian immigrants in Germany. *Frontiers in Psychiatry*, 11, 557148. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.557148>
- GPAQ. (2012). *Eines i utilitats - Termes i indicadors del glossari*. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://gpaq.upc.edu/eines/?op=glossari>

- GPAQ. (2021). *Resultats acadèmics dels estudis de grau per centre i estudi*. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperat el 14 d'abril de 2022, de https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=1_1_13
- GPAQ. (2022a). *Estudiantat matriculat total en estudis de grau per gènere i estudi*. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperat el 14 d'abril de 2022, de https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=1_1_5
- GPAQ. (2022b). *Estudiantat matriculat total en estudis de grau per nacionalitat*. Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperat el 14 d'abril de 2022, de https://gpaq.upc.edu/lldades/indicador.asp?index=1_1_9
- Graydon, M. i Parks, L. (2020). 'Connecting the unconnected': A critical assessment of US satellite Internet services. *Media, Culture and Society*, 42(2), 260-276. <https://doi.org/10.1177/0163443719861835>
- Guiffrida, D. (2006). Toward a cultural advancement of Tinto's theory. *Review of Higher Education*, 29(4), 451-472. <https://doi.org/10.1353/rhe.2006.0031>
- Guo, B. H. W., Milke, M. i Jin, R. (2022). Civil engineering students' perceptions of emergency remote teaching: A case study in New Zealand. *European Journal of Engineering Education*. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2031896>
- Hall, A. R., Nishina, A. i Lewis, J. A. (2017). Discrimination, friendship diversity, and STEM-related outcomes for incoming ethnic minority college students. *Journal of Vocational Behavior*, 103, 76-87. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2017.08.010>
- Hamann, K., Glazier, R. A., Wilson, B. M. i Pollock, P. H. (2021). Online teaching, student success, and retention in political science courses. *European Political Science*, 20, 427-439. <https://doi.org/10.1057/s41304-020-00282-x>
- Harris, R. i Johnston, R. (2020). *Ethnic segregation between schools: Is it increasing or decreasing in England?* Bristol University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv11g95cw>
- Hartman, H., Forin, T., Sukumaran, B., Farrell, S., Bhavsar, P., Jahan, K., Dusseau, R., Bruckerhoff, T., Cole, P., Lezotte, S., Zeppilli, D. i Macey, D. (2019). Strategies for improving diversity and inclusion in an engineering department. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 145(2), 1-12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000404](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000404)
- Hawryluck, L., Gold, W. L., Robinson, S., Pogorski, S., Galea, S. i Styra, R. (2004). SARS control and psychological effects of quarantine, Toronto, Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 10(7), 1206-1212. <https://doi.org/10.3201/eid1007.030703>
- Heim, A. B., Duke, J. i Holt, E. A. (2022). Design, discover, and decipher: Student-developed escape rooms in the virtual ecology classroom. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 23(1). <https://doi.org/10.1128/JMBE.00015-22>
- Hidalgo, G. I., Sanchez-Carracedo, F. i Romero-Portillo, D. (2022). Undergraduate student opinions on emergency remote teaching during COVID-19 pandemic. A case study. *International Journal of Engineering Education*, 38(2), 365-375.
- Hill, C., Corbett, C. i Andresse, R. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. AAUW. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://ww3.aauw.org/research/why-so-few/>
- Hong, K. S. (2002). Relationships between students' and instructional variables with satisfaction and learning from a Web-based course. *Internet and Higher Education*, 5(3), 267-281. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(02\)00105-7](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(02)00105-7)
- Howcroft, J. i Mercer, K. (2022). 'What if my Wi-Fi crashes during an exam?' First-year engineering student perceptions of online learning during the COVID-19 pandemic. *European Journal of Engineering Education*, 47(3), 501-515. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2031115>
- Huang, Y., Amini, F., Jiang, C. i Yin, J. (2022). The effectiveness of an augmented reality app in online civil engineering learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/14703297.2022.2058050>
- Hussain, M. i Jones, J. M. (2019). Discrimination, diversity, and sense of belonging: Experiences of students of color. *Journal of Diversity in Higher Education*, 14(1), 63-71. <https://doi.org/10.1037/dhe0000117>
- Hviid, C. A., Pedersen, C. i Dabelsteen, K. H. (2020). A field study of the individual and combined effect of ventilation rate and lighting conditions on pupils' performance. *Building and Environment*, 171, 106608. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106608>
- Ibrahim, A. S., Al-Kaabbi, A. i El-Zaatari, W. (2013). Teacher resistance to educational change in the United Arab Emirates. *International Journal of Research Studies in Education*, 2(3), 25-36. <https://doi.org/10.5861/ijrse.2013.254>
- Idahosa, G. E. i Mkhize, Z. (2021). Intersectional experiences of Black South African female doctoral students in STEM: Participation, success and retention. *Agenda*, 35(2), 110-122. <https://doi.org/10.1080/10130950.2021.1919533>
- Idescat. (2021). *Població estrangera a 1 de gener. Per països*. Generalitat de Catalunya. Recuperat el 14 d'abril de 2022, de <https://www.idescat.cat/poblacioestrangera/?b=12>
- Ilangarathna, G. A., Ranasinghe, Y., Weligampola, H., Attygalla, E., Ekanayake, J., Yatigammana, S., Pinnawala, M., Godaliyadda, R., Herath, V., Ekanayake, P., Thilakaratne, G. i Dharmarathne, S. (2022). A comprehensive overview of education during three COVID-19 pandemic periods: Impact on engineering students in Sri Lanka. *Education Sciences*, 12(3), 197. <https://doi.org/10.3390/educsci12030197>

- Iqbal, S. Z., Li, B., Onigu-Orito, E., Naqvi, M. F. i Shah, A. A. (2020). The long-term mental health effects of COVID-19. *Psychiatric Annals*, 50(12), 522-525. <https://doi.org/10.3928/00485713-20201103-01>
- Jacques, S., Ouahabi, A. i Lequeu, T. (2020). Remote knowledge acquisition and assessment during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 10(6), 120-138. <https://doi.org/10.3991/ijep.v10i6.16205>
- Jantzer, J., Kirkman, T. i Furniss, K. L. (2021). Understanding differences in underrepresented minorities and first-generation student perceptions in the introductory biology classroom. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 22(3). <https://doi.org/10.1128/jmbe.00176-21>
- Jensen, E., Jones, N., Rabe, M., Pratt, B., Medina, L., Orozco, K. i Spell, L. (2021). 2020 U.S. Population More Racially, Ethnically Diverse Than in 2010. United States Census Bureau. Recuperat el 8 d'abril de 2022, de <https://www.census.gov/library/stories/2021/08/2020-united-states-population-more-racially-ethnically-diverse-than-2010.html>
- Kaholokula, J. K., Antonio, M. C. K., Ing, C. K. T., Hermosura, A., Hall, K. E., Knight, R. i Wills, T. A. (2017). The effects of perceived racism on psychological distress mediated by venting and disengagement coping in Native Hawaiians. *BMC Psychology*, 5(2). <https://doi.org/10.1186/s40359-017-0171-6>
- Keeble, B. R. (1988). The Brundtland report: «Our common future». *Medicine and War*, 4(1), 17-25. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- Khalil, R., Mansour, A. E., Fadda, W. A., Almisnid, K., Aldamegh, M., Al-Nafeesah, A., Alkhalifah, A. i Al-Wutayd, O. (2020). The sudden transition to synchronized online learning during the COVID-19 pandemic in Saudi Arabia: A qualitative study exploring medical students' perspectives. *BMC Medical Education*, 20, 285. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02208-z>
- Kozlowski, K. P. (2015). Culture or teacher bias? Racial and ethnic variation in student-teacher effort assessment match/mismatch. *Race and Social Problems*, 7, 43-59. <https://doi.org/10.1007/s12552-014-9138-x>
- Krebs, C., Lindquist, C., Berzofsky, M., Shook-Sa, B., Peterson, K., Planty, M., Langton, L. i Stroop, J. (2016). *Campus climate survey validation study*. Bureau of Justice Statistics Research and Development Series. Recuperat el 6 de maig de 2022, de <https://www.bjs.gov/content/pub/pdf/ccsvsfr.pdf>
- Kricorian, K., Seu, M., Lopez, D., Ureta, E. i Equils, O. (2020). Factors influencing participation of underrepresented students in STEM fields: Matched mentors and mindsets. *International Journal of STEM Education*, 7(16). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00219-2>
- Kyne, S. H. i Thompson, C. D. (2020). The COVID cohort: Student transition to university in the face of a global pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3381-3385. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00769>
- Lamo, P., Perales, M. i De-la-Fuente-Valentín, L. (2022). Case of study in online course of computer engineering during COVID-19 pandemic. *Electronics*, 11(4), 578. <https://doi.org/10.3390/electronics11040578>
- Lazarus, R. S. i Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.
- Leaper, C. i Starr, C. R. (2019). Helping and hindering undergraduate women's STEM motivation: Experiences with STEM encouragement, STEM-related gender bias, and sexual harassment. *Psychology of Women Quarterly*, 43(2), 165-183. <https://doi.org/10.1177/0361684318806302>
- Leath, S. i Chavous, T. (2018). Black women's experiences of campus racial climate and stigma at predominantly white institutions: Insights from a comparative and within-group approach for STEM and non-STEM majors. *The Journal of Negro Education*, 87(2), 125-139. <https://doi.org/10.7709/jnegroeducation.87.2.0125>
- Lent, R., Brown, S. D. i Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- Lent, R., Miller, M. J., Smith, P. E., Watford, B. A., Lim, R. H. i Hui, K. (2016). Social cognitive predictors of academic persistence and performance in engineering: Applicability across gender and race/ethnicity. *Journal of Vocational Behavior*, 94, 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2016.02.012>
- Lent, R., Miller, M. J., Smith, P. E., Watford, B. A., Lim, R. H., Hui, K., Morrison, M. A., Wilkins, G. i Williams, K. (2013). Social cognitive predictors of adjustment to engineering majors across gender and race/ethnicity. *Journal of Vocational Behavior*, 83(1), 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2013.02.006>
- Leppel, K. (2002). Similarities and differences in the college persistence of men and women. *The Review of Higher Education*, 25(4), 433-450. <https://doi.org/10.1353/rhe.2002.0021>
- Levin, S., Van Laar, C. i Foote, W. (2006). Ethnic segregation and perceived discrimination in college: Mutual influences and effects on social and academic life. *Journal of Applied Social Psychology*, 36(6), 1471-1501. <https://doi.org/10.1111/j.0021-9029.2006.00068.x>
- Liang, C. T. H., Alvarez, A. N., Juang, L. P. i Liang, M. X. (2007). The role of coping in the relationship between perceived racism and racism-related stress for Asian Americans: Gender differences. *Journal of Counseling Psychology*, 54(2), 132-141.

<https://doi.org/10.1037/0022-0167.54.2.132>

- Lin, N. (2001). *Social capital: A theory of social structure and action*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511815447>
- Liu, X., Yang, Y. i Ho, J. W. (2022). Students sense of belonging and academic performance via online PBL: A case study of a university in Hong Kong during quarantine. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1495.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19031495>
- Luan, L., Hong, J.-C., Cao, M., Dong, Y. i Hou, X. (2020). Exploring the role of online EFL learners' perceived social support in their learning engagement: A structural equation model. *Interactive Learning Environments*.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1855211>
- Magson, N. R., Freeman, J. Y. A., Rapee, R. M., Richardson, C. E., Oar, E. L. i Fardouly, J. (2021). Risk and protective factors for prospective changes in adolescent mental health during the COVID-19 pandemic. *Journal of Youth and Adolescence*, 50(1), 44-57.
<https://doi.org/10.1007/s10964-020-01332-9>
- Martín-Núñez, J. L., Bravo-Ramos, J. L., Sastre-Merino, S., Pablo-Lerchundi, I., Caravantes Redondo, A. i Núñez-Del-Río, C. (2022). Teaching in secondary education teacher training with a hybrid model: Students' perceptions. *Sustainability*, 14(6), 3272.
<https://doi.org/10.3390/su14063272>
- May, D., Morkos, B., Jackson, A., Hunsu, N. J., Ingalls, A. i Beyette, F. (2022). Rapid transition of traditionally hands-on labs to online instruction in engineering courses. *European Journal of Engineering Education*. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2046707>
- McGee, E. O., Botchway, P. K., Naphan-Kingery, D. E., Brockman, A. J., Houston, S. i White, D. T. (2021). Racism camouflaged as impostorism and the impact on Black STEM doctoral students. *Race Ethnicity and Education*.
<https://doi.org/10.1080/13613324.2021.1924137>
- McInerney, J. M. i Roberts, T. S. (2004). Online learning: Social interaction and the creation of a sense of community. *Journal of Educational Technology & Society*, 7(3), 73-81.
- McWhirter, E. H. i Cinamon, R. G. (2020). Old problem, new perspectives: Applying anzaldúan concepts to underrepresentation in STEM. *Journal of Career Development*, 48(6), 877-892. <https://doi.org/10.1177/0894845320901797>
- Molock, S. D. i Parchem, B. (2021). The impact of COVID-19 on college students from communities of color. *Journal of American College Health*, 1-7. <https://doi.org/10.1080/07448481.2020.1865380>
- Moors, A. C., Mayott, L. i Hadden, B. (2022). Bridging the research-practice gap: Development of a theoretically grounded workshop for graduate students aimed at challenging microaggressions in science and engineering. *Cogent Social Sciences*, 8(1).
<https://doi.org/10.1080/23311886.2022.2062915>
- Morgan, C., Tsai, M. C., Hsu, C. E., Chow, H. W., Guo, H. R. i Lee, M. H. (2022). Qualitative impact assessment of COVID-19 on the pedagogical, technological and social experiences of higher education students in Taiwan. *Education and Information Technologies*, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10896-x>
- Morris, T. R. i Lent, R. W. (2019). Heterosexist harassment and social cognitive variables as predictors of sexual minority college students' academic satisfaction and persistence intentions. *Journal of Counseling Psychology*, 66(3), 308-316.
<https://doi.org/10.1037/cou0000341>
- Moss-Racusin, C. A., Sanzari, C., Caluori, N. i Rabasco, H. (2018). Gender bias produces gender gaps in STEM engagement. *Sex Roles*, 79(11-12), 651-670. <https://doi.org/10.1007/s11199-018-0902-z>
- Mulvey, K. L., J. Mathews, C., Knox, J., Joy, A. i Cerda-Smith, J. (2022). The role of inclusion, discrimination, and belonging for adolescent Science, Technology, Engineering and Math engagement in and out of school. *Journal of Research in Science Teaching*, 1-18. <https://doi.org/10.1002/tea.21762>
- Musarat, Y. (2022). Online chemical engineering education during COVID-19 pandemic: Lessons learned from Pakistan. *Education for Chemical Engineers*, 39, 19-30. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2022.02.002>
- NACE. (2022). *NACE Salary Survey: Starting salary projections for class of 2022 new college graduates*. Recuperat el 16 d'abril de 2022, de <https://www.naceweb.org/uploadedfiles/files/2022/publication/executive-summary/nace-2022-winter-salary-survey-executive-summary.pdf>
- Nadal, K. L., Wong, Y., Griffin, K. E., Davidoff, K. i Striken, J. (2014). The adverse impact of racial microaggressions on college students' self-esteem. *Journal of College Student Development*, 55(5), 461-474.
- Nassr, R. M., Aborujilah, A., Aldossary, D. A. i Aldossary, A. A. A. (2020). Understanding education difficulty during COVID-19 lockdown: Reports on Malaysian university students' experience. *IEEE Access*, 8, 186939-186950.
<https://doi.org/10.1109/access.2020.3029967>
- Navarro, R. L., Flores, L. Y., Lee, H. S. i Gonzalez, R. (2014). Testing a longitudinal social cognitive model of intended persistence with

- engineering students across gender and race/ethnicity. *Journal of Vocational Behavior*, 85(1), 146-155. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2014.05.007>
- NCSES. (2021). *Women, minorities, and persons with disabilities in science and engineering*. National Science Foundation. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://nces.nsf.gov/pubs/nsf21321/>
- Ng, S. H. (2010). Power and intergroup discrimination. En *Social Identity and Intergroup Relations* (p. 179-206). Cambridge University Press.
- Noh, S. i Kaspar, V. (2003). Perceived discrimination and depression: Moderating effects of coping, acculturation, and ethnic support. *American Journal of Public Health*, 93(2), 232-238. <https://doi.org/10.2105/ajph.93.2.232>
- Odrizola-González, P., Planchuelo-Gómez, Á., Iurrtia, M. J. i de Luis-García, R. (2020). Psychological effects of the COVID-19 outbreak and lockdown among students and workers of a Spanish university. *Psychiatry Research*, 290, 113108. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113108>
- Oliveira, G., Grenha Teixeira, J., Torres, A. i Morais, C. (2021). An exploratory study on the emergency remote education experience of higher education students and teachers during the COVID-19 pandemic. *British Journal of Educational Technology*, 52(4), 1357-1376. <https://doi.org/10.1111/bjet.13112>
- Olmedo-Torre, N., Sánchez Carracedo, F., Nùria Salán Ballesteros, M., López, D., Perez-Poch, A., López-Beltrán, M., Sánchez Carracedo, F., Salán Ballesteros, M. N., Perez-Poch, A. i López-Beltrán, M. (2018). Do female motives for enrolling vary according to STEM profile? *IEEE Transactions on Education*, 61(4), 289-297. <https://doi.org/10.1109/TE.2018.2820643>
- Ong, M., Smith, J. M. i Ko, L. T. (2018). Counterspaces for women of color in STEM higher education: Marginal and central spaces for persistence and success. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(2), 206-245. <https://doi.org/10.1002/tea.21417>
- Park, J. J., Kim, Y. K., Salazar, C. i Eagan, M. K. (2022). Racial discrimination and student-faculty interaction in STEM: Probing the mechanisms influencing inequality. *Journal of Diversity in Higher Education*, 15(2), 218-229. <https://doi.org/10.1037/dhe0000224>
- Park, J. J., Kim, Y. K., Salazar, C. i Hayes, S. (2020). Student-faculty interaction and discrimination from faculty in STEM: The link with retention. *Research in Higher Education*, 61(3), 330-356. <https://doi.org/10.1007/s11162-019-09564-w>
- Parrott, W. G. (2001). *Emotions in social psychology: Essential readings*. Psychology Press.
- Parvez, M. S., Rahman, A. i Tasnim, N. (2019). Ergonomic mismatch between students anthropometry and university classroom furniture. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 20(5), 603-631. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2019.1617909>
- Pascarella, E. T. i Terenzini, P. T. (1980). Predicting freshman persistence and voluntary dropout decisions from a theoretical model. *The Journal of Higher Education*, 51(1), 60-75. <https://doi.org/10.2307/1981125>
- Pereira, M. A. C., Ignácio, L. M. N. da C. i Rodrigues Reis, C. E. (2022). Virtualizing project-based learning: An abrupt adaptation of active learning in the first days of the COVID-19 pandemic, with promising outcomes. *Sustainability*, 14(1), 363. <https://doi.org/10.3390/su14010363>
- Peterson, S. L. (1993). Career decision-making self-efficacy and institutional integration of underprepared college students. *Research in Higher Education*, 34(6), 659-685. <https://doi.org/10.1007/BF00992155>
- Piccoli, G., Ahmad, R. i Ives, B. (2001). Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic it skills training. *MIS Quarterly*, 25(4), 401-426. <https://doi.org/10.2307/3250989>
- Plutchik, R. (1994). *The Psychology and Biology of Emotion*. HarperCollins College Publishers.
- Ponto, J. (2015). Understanding and evaluating survey research. *Journal of the Advanced Practitioner in Oncology*, 6(2), 168-171.
- Procentese, F., Capone, V., Caso, D., Donizzetti, A. R. i Gatti, F. (2020). Academic community in the face of emergency situations: Sense of responsible togetherness and sense of belonging as protective factors against academic stress during covid-19 outbreak. *Sustainability*, 12(22), 9718. <https://doi.org/10.3390/su12229718>
- Puccia, E., Martin, J. P., Smith, C. A. S., Kersaint, G., Campbell-Montalvo, R., Wao, H., Lee, R., Skvoretz, J. i MacDonald, G. (2021). The influence of expressive and instrumental social capital from parents on women and underrepresented minority students' declaration and persistence in engineering majors. *International Journal of STEM Education*, 8(20). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00277-0>
- Puljak, L., Čivljak, M., Haramina, A., Mališa, S., Čavić, D., Klinec, D., Aranza, D., Mesarić, J., Skitarelić, N., Zoranić, S., Majstorović, D., Neuberg, M., Mikšić, Š. i Ivanišević, K. (2020). Attitudes and concerns of undergraduate university health sciences students in Croatia regarding complete switch to e-learning during COVID-19 pandemic: A survey. *BMC Medical Education*, 20(1), 416. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02343-7>
- Pumacahua, T. i Rogers, M. R. (2022). Academic warriors: Community cultural wealth among Latinx and Black STEM doctoral students at predominately White institutions. *Journal of Latinos and Education*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/15348431.2022.2057988>

- Radu, M. C., Schnakovszky, C., Herghelegiu, E., Ciubotariu, V. A. i Cristea, I. (2020). The impact of the COVID-19 pandemic on the quality of educational process: A student survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7770. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217770>
- Rajab, K., Hamdi, M., Al Reshan, M. S., Asiri, Y., Shaikh, A. i Rajab, A. (2022). Implementation of virtual training: The example of a faculty of computer science during COVID-19 for sustainable development in engineering education. *Electronics*, 11(5), 694. <https://doi.org/10.3390/electronics11050694>
- Ramos-Morcillo, A. J., Leal-Costa, C., Moral-García, J. E. i Ruzafa-Martínez, M. (2020). Experiences of nursing students during the abrupt change from face-to-face to e-learning education during the first month of confinement due to COVID-19 in Spain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(15), 5519. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155519>
- Rasoal, C., Danielsson, H. i Jungert, T. (2012). Empathy among students in engineering programmes. *European Journal of Engineering Education*, 37(5), 427-435. <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.708720>
- Realyvásquez-Vargas, A., Maldonado-Macías, A. A., Arredondo-Soto, K. C., Baez-Lopez, Y., Carrillo-Gutiérrez, T. i Hernández-Escobedo, G. (2020). The impact of environmental factors on academic performance of university students taking online classes during the COVID-19 pandemic in Mexico. *Sustainability*, 12(21), 9194. <https://doi.org/10.3390/su12219194>
- Redding, C. (2019). A teacher like me: A review of the effect of student-teacher racial/ethnic matching on teacher perceptions of students and student academic and behavioral outcomes. *Review of Educational Research*, 89(4), 499-535. <https://doi.org/10.3102/0034654319853545>
- Rincon-Flores, E. G., Mena, J. i López-Camacho, E. (2022). Gamification as a teaching method to improve performance and motivation in tertiary education during COVID-19: A research study from Mexico. *Education Sciences*, 12(1), 49. <https://doi.org/10.3390/educsci12010049>
- Rodríguez-Rodríguez, E., Sánchez-Paniagua, M., Sanz-Landaluze, J. i Moreno-Guzmán, M. (2020). Analytical Chemistry Teaching Adaptation in the COVID-19 Period: Experiences and Students' Opinion. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2556-2564. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00923>
- Rose-Redwood, C. A. R. i Rose-Redwood, R. S. (2013). Self-Segregation or global mixing? Social interactions and the international student experience. *Journal of College Student Development*, 54(4), 413-429. <https://doi.org/10.1353/csd.2013.0062>
- Rosenberg, M. (1965). Self esteem and the adolescent. *Society and the Adolescent Self-Image*, 148(3671), 804. <https://doi.org/10.1126/science.148.3671.804>
- Salimi, G., Heidari, E., Mehrvarz, M. i Safavi, A. A. (2022). Impact of online social capital on academic performance: Exploring the mediating role of online knowledge sharing. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10881-w>
- Sánchez Zurano, A., Fernández Sevilla, J. M., Esteban García, A. B., Pinna-Hernández, M. G. i Casas López, J. L. (2022). Virtual labs for the study of enzymatic stirred tank bioreactors. *Computer Applications in Engineering Education*, 1-12. <https://doi.org/10.1002/cae.22510>
- Saravanan, C., Mahmoud, I., Elshami, W. i Taha, M. H. (2020). Knowledge, anxiety, fear, and psychological distress about COVID-19 among university students in the United Arab Emirates. *Frontiers in Psychiatry*, 11, 582189. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.582189>
- Scull, J., Phillips, M., Sharma, U. i Garnier, K. (2020). Innovations in teacher education at the time of COVID19: An Australian perspective. *Journal of Education for Teaching*, 46(4), 497-506. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1802701>
- Seryakova, S. B., Zhang, X., Galustyan, O. V., Askhadullina, N. N., Pushkareva, T. V. i Zvonova, E. V. (2022). Application of online learning within education of future engineers during the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 12(1), 95-103. <https://doi.org/10.3991/ijep.v12i1.25009>
- Seymour, E. i Hewitt, N. M. (1997). *Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences*. Westview Press.
- Seymour, E. i Hunter, A.-B. (2019). *Talking about leaving revisited: Persistence, relocation, and loss in undergraduate STEM education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25304-2>
- Sheffield, S. L., Cook, M. L., Richezza, V. J., Rocabado, G. A. i Akiwumi, F. A. (2021). Perceptions of scientists held by US students can be broadened through inclusive classroom interventions. *Communications Earth & Environment*, 2(83), 1-7. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00156-0>
- Shekh-Abed, A. i Barakat, N. (2022). Challenges and opportunities for higher engineering education during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Engineering Education*, 38(2), 393-407.
- Singleton, R. A. i Straits, B. C. (2017). *Approaches to social science research* (6a ed.). Oxford University Press.
- Sladek, M. R., Umaña-Taylor, A. J., Oh, G., Spang, M. B., Tirado, L. M. U., Vega, L. M. T., McDermott, E. R. i Wantchekon, K. A. (2020). Ethnic-racial discrimination experiences and ethnic-racial identity predict adolescents' psychosocial adjustment: Evidence

- for a compensatory risk-resilience model. *International Journal of Behavioral Development*, 44(5), 433-440.
<https://doi.org/10.1177/0165025420912013>
- Smalls, C., White, R., Chavous, T. i Sellers, R. (2007). Racial ideological beliefs and racial discrimination experiences as predictors of academic engagement among African American adolescents. *Journal of Black Psychology*, 33(3), 299-330.
<https://doi.org/10.1177/0095798407302541>
- Smith, K. C., Poleacovschi, C., Feinstein, S. i Luster-Teasley, S. (2022). Ethnicity, race, and gender in engineering education: The nuanced experiences of male and female Latinx engineering undergraduates targeted by microaggressions. *Psychological Reports*.
<https://doi.org/10.1177/003329412211075766>
- Son, C., Hegde, S., Smith, A., Wang, X. i Sasangohar, F. (2020). Effects of COVID-19 on college students' mental health in the United States: Interview survey study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(9), e21279. <https://doi.org/10.2196/21279>
- Spady, W. G. (1970). Dropouts from higher education: An interdisciplinary review and synthesis. *Interchange*, 1, 64-85.
<https://doi.org/10.1007/BF02214313>
- Sparks, D. M., Przymus, S. D., Silveus, A., De La Fuente, Y. i Cartmill, C. (2021). Navigating the intersectionality of race/ethnicity, culture, and gender identity as an aspiring Latina STEM student. *Journal of Latinos and Education*.
<https://doi.org/10.1080/15348431.2021.1958332>
- St. John, E. P., Cabrera, A. F., Nora, A. i Asker, E. H. (2000). Economic influences on persistence reconsidered: How can finance research inform the reconceptualization of persistence models? En *Reworking the Student Departure Puzzle* (p. 29-47). Vanderbilt University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv176kvf4>
- Stage, F. K. (1989). Motivation, academic and social integration, and the early dropout. *American Educational Research Journal*, 26(3), 385-402. <https://doi.org/10.3102/00028312026003385>
- Starr, C. R. i Leaper, C. (2019). Do adolescents' self-concepts moderate the relationship between STEM stereotypes and motivation? *Social Psychology of Education*, 22, 1109-1129. <https://doi.org/10.1007/s11218-019-09515-4>
- Stockard, J., Rohlfling, C. M. i Richmond, G. L. (2021). Equity for women and underrepresented minorities in STEM: Graduate experiences and career plans in chemistry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(4), e2020508118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2020508118>
- Sun, P. C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y. Y. i Yeh, D. (2008). What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers and Education*, 50(4), 1183-1202.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007>
- Tang, T., Abuhmaid, A. M., Olaimat, M., Oudat, D. M., Aldhaeabi, M. i Bamanger, E. (2020). Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>
- Teng, C. W. C., Lim, R. B. T., Chow, D. W. S., Narayanasamy, S., Liow, C. H. i Lee, J. J. M. (2022). Internships before and during COVID-19: Experiences and perceptions of undergraduate interns and supervisors. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 12(3), 459-474. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-05-2021-0104>
- The Leadership Conference Education Fund. (2019). *Civil rights principles for higher education: Policy recommendations to achieve equity and protect civil rights*. Recuperat el 4 de maig de 2022, de <http://civilrightsdocs.info/pdf/reports/Higher-Ed-Civil-Rights-Principles.pdf>
- Times Higher Education. (2021). *Impact Rankings*. Recuperat el 3 d'abril de 2022, de <https://www.timeshighereducation.com/impactrankings>
- Tinto, V. (1975). Dropout from higher education: A theoretical synthesis of recent research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89-125.
<https://doi.org/10.3102/00346543045001089>
- Tinto, V. (1997). Classrooms as communities: Exploring the educational character of student persistence. *The Journal of Higher Education*, 68(6), 599-623. <https://doi.org/10.2307/2959965>
- Totonchi, D. A., Perez, T., Lee, Y. kyung, Robinson, K. A. i Linnenbrink-Garcia, L. (2021). The role of stereotype threat in ethnically minoritized students' science motivation: A four-year longitudinal study of achievement and persistence in STEM. *Contemporary Educational Psychology*, 67, 102015. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.102015>
- Trammell, J. P., Nataria, J. T. i Harriger, J. A. (2021). Racial and ethnic minority disparities in COVID-19 related health, health beliefs and behaviors, and well-being among students. *Journal of American College Health*, 1-7.
<https://doi.org/10.1080/07448481.2021.1890606>
- Tshering, K. i Dema, K. (2022). Psychological impact during COVID-19 pandemic: A web-based cross-sectional study among students studying at College of Science and Technology (CST), Phuentsholing, Bhutan. *PLoS ONE*, 17(2), e0263999.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263999>

- U.S. Bureau of Labor Statistics. (2021). *Labor force statistics from the current population survey*. Recuperat el 9 d'abril de 2022, de <https://www.bls.gov/cps/cpsaat11.htm>
- UNESCO. (2016). *Education 2030: Incheon Declaration and Framework for Action for the implementation of Sustainable Development Goal 4*. Recuperat el 3 d'abril de 2022, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656/PDF/245656eng.pdf.multi>
- UNESCO. (2017). *UNESCO moving forward the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Recuperat el 3 d'abril de 2022, de <https://en.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/247785en.pdf>
- UNESCO. (2019). *Global Education Coalition*. Recuperat el 19 d'abril de 2022, de <https://gloaleducationcoalition.unesco.org/>
- UNESCO. (2020). *COVID-19 response - hibrid learning: Hybrid Learning as a key element in ensuring continued learning*. Recuperat el 20 d'abril de 2022, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373767/PDF/373767eng.pdf.multi>
- UNESCO i IESALC. (2020). *COVID-19 and higher education: Today and tomorrow. Impact Analysis, Policy Responses and Recommendations*. Recuperat el 20 d'abril de 2022, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375693/PDF/375693eng.pdf.multi>
- United Nations. (2010). *64/290 The right to education in emergency situations*. Recuperat el 21 d'abril de 2022, de <https://undocs.org/en/A/RES/64/290>
- United Nations. (2012). *66/288 The future we want*. Recuperat el 8 d'abril de 2022, de <https://undocs.org/en/A/RES/66/288>
- United Nations. (2015). *70/1 Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Recuperat el 8 d'abril de 2022, de <https://undocs.org/en/A/RES/70/1>
- United Nations. (2017). *71/313 Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://undocs.org/en/A/RES/71/313>
- United Nations. (2020a). *The Sustainable Development Goals: Our framework for COVID-19 recovery*. Recuperat el 21 d'abril de 2022, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sdgs-framework-for-covid-19-recovery/>
- United Nations. (2020b). *The Sustainable Development Goals Report 2020*. Recuperat el 21 d'abril de 2022, de <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>
- United Nations. (2021). *SDG-Education 2030 Steering Committee: Contribution to the thematic review of the 2021 high-level political forum on Sustainable Development*. Recuperat el 22 d'abril de 2022, de https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/27394SDG4Education_2030_Steering_Committee_contribution_to_2021_HLPF.pdf
- United States Census Bureau. (2020). *Place of birth for the foreign-born population in the United States*. Recuperat el 9 d'abril de 2022, de <https://data.census.gov/cedsci/table?q=B05006>
- UPC. (2014). *FUTUR: Portal de la Producció Científica de les Investigadores i Investigadors de la UPC*. Recuperat el 8 d'abril de 2022, de https://futur.upc.edu/objectius_desenvolupament_sostenible
- UPC. (2017a). *Igualtat de gènere a la UPC*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://igualtat.upc.edu/ca>
- UPC. (2017b). *La institució*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://www.upc.edu/ca/la-upc/la-institucio>
- UPC. (2020a). *Canvia el món amb la UPC: Compromís social*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://canviaelmon.upc.edu/ca/compromis-social>
- UPC. (2020b). *Comunicats en relació a la COVID-19*. Recuperat el 22 d'abril de 2022, de <https://www.upc.edu/ca/sala-de-premsa/noticies/comunicats-covid-19>
- UPC. (2020c). *Nova competència transversal de perspectiva de gènere*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://govern.upc.edu/ca/consell-de-govern/consell-de-govern/sessio-02-2020-del-consell-de-govern/comissio-de-docencia-i-estudiantat/aprovacio-de-la-nova-competencia-transversal-de-perspectiva-de-genera/aprovacio-de-la-nova-competencia-transversal-de-per>
- UPC. (2020d). *Pla impulsor del compromís social*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de [https://govern.upc.edu/ca/consell-de-govern/consell-de-govern/sessio-06-2020-del-consell-de-govern/presentacio-del-pla-impulsor-del-compromis-social/presentacio-del-pla-impulsor-del-compromis-social-1/@@display-file/visiblefile/Pla Impulsor del compromís](https://govern.upc.edu/ca/consell-de-govern/consell-de-govern/sessio-06-2020-del-consell-de-govern/presentacio-del-pla-impulsor-del-compromis-social/presentacio-del-pla-impulsor-del-compromis-social-1/@@display-file/visiblefile/Pla%20Impulsor%20del%20compromis)
- UPC. (2020e). *Portal COVID-19*. Recuperat el 22 d'abril de 2022, de <https://www.upc.edu/ca/portalcovid19/portalcovid19>
- UPC. (2020f). *Protocol d'actuació de la UPC davant l'activació de l'alerta sanitària per coronavirus (COVID-19)*. Recuperat el 22 d'abril de 2022, de <https://www.upc.edu/ca/sala-de-premsa/pdfs/protocol-coronavirus-upc.pdf>
- UPC. (2020g). *UPC Energia 2020 - Comunitats sostenibles*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://www.upc.edu/energia2020/ca>
- UPC. (2021a). *La UPC, al lloc 23è del món en l'ODS d'Acció Climàtica, i al 48è en l'ODS d'Energia Neta i Assequible, segons els THE*

- University Impact Rankings. Recuperat el 8 d'abril de 2022, de <https://www.upc.edu/ca/sala-de-premsa/noticies/la-upc-al-lloc-23-del-mon-en-ods-accio-climatica-i-al-48-en-ods-energia-neta-i-assequible-segons-els-the-university-impact-rankings>
- UPC. (2021b). *Reglament de préstec del servei de biblioteques, publicacions i arxius*. Recuperat el 8 d'abril de 2022, de https://biblioteca.upc.edu/sites/default/files/pagines_generals/coneix/reglament-prestec.pdf
- UPC. (2022a). *4t Pla d'igualtat de la UPC 2022-2026*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de https://govern.upc.edu/ca/consell-de-govern/consell-de-govern/sessio-03-2022-del-consell-de-govern/comissio-de-personal-i-accio-social/aprovacio-del-4rt-pla-digualtat/aprovacio-del-4t-pla-digualtat-de-la-upc-2022-2026/@@display-file/visiblefile/CG_2022_03
- UPC. (2022b). *Pla d'Equitat de la UPC*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://govern.upc.edu/ca/consell-de-govern/consell-de-govern/sessio-03-2022-del-consell-de-govern/comissio-de-docencia-i-politica-academica-pendent-de-celebracio/aprovacio-del-pla-d2019equitat-de-la-upc-2022-2025/aprovacio-del-pla-d2019equitat-de-la-upc->
- UPC. (2022c). *UPChelps 2021/22*. Recuperat el 12 d'abril de 2022, de <https://www.upc.edu/sga/ca/Beques/BequesEstudi/UPChelps>
- Vargas, N. i Oros, L. B. (2021). Stress and burnout in teachers during times of pandemic. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.756007>
- Vergara, D., Fernández-Arias, P., Extremera, J., Dávila, L. P. i Rubio, M. P. (2022). Educational trends post COVID-19 in engineering: Virtual laboratories. *Materials Today: Proceedings*, 49(1), 155-160. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.494>
- Vrgović, P., Pekić, J., Mirković, M., Anderla, A. i Leković, B. (2022). Prolonged emergency remote teaching: Sustainable e-learning or human capital stuck in online limbo? *Sustainability*, 14, 4584. <https://doi.org/10.3390/su14084584>
- Wang, X., Dai, M. i Mathis, R. (2022). The influences of student- and school-level factors on engineering undergraduate student success outcomes: A multi-level multi-school study. *International Journal of STEM Education*, 9, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00338-y>
- Wang, X., Tang, L. (Rebecca) i Kim, E. (2019). More than words: Do emotional content and linguistic style matching matter on restaurant review helpfulness? *International Journal of Hospitality Management*, 77, 438-447. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.08.007>
- Weisgram, E. S. i Bigler, R. S. (2007). Effects of learning about gender discrimination on adolescent girls' attitudes toward and interest in science. *Psychology of Women Quarterly*, 31(3), 262-269. <https://doi.org/10.1111/j.1471-6402.2007.00369.x>
- Whitcomb, K. M. i Singh, C. (2021). Underrepresented minority students receive lower grades and have higher rates of attrition across STEM disciplines: A sign of inequity? *International Journal of Science Education*, 43(7), 1054-1089. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1900623>
- White, M. J. i White, G. B. (2006). Implicit and explicit occupational gender stereotypes. *Sex Roles*, 55(3-4), 259-266. <https://doi.org/10.1007/s11199-006-9078-z>
- WONNOW. (2022). *Women in science and technology awards*. Recuperat el 10 d'abril de 2022, de <https://www.wonnowawards.com/>
- World Health Organization. (2020). *Pandemic fatigue: Reinvigorating the public to prevent COVID-19*. Recuperat el 23 d'abril de 2022, de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/337574/WHO-EURO-2020-1573-41324-56242-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- World Health Organization. (2021). *Looking back at a year that changed the world: Who's response to COVID-19*. Recuperat el 19 d'abril de 2022, de https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who_sprp-eoyr_2020_24022021.pdf?sfvrsn=bdac336f_1
- Zhong, L., Yuan, J. i Fleck, B. (2019). Indoor environmental quality evaluation of lecture classrooms in an institutional building in a cold climate. *Sustainability*, 11(23), 6591. <https://doi.org/10.3390/su11236591>
- Zhou, P., Yang, X., Lou, Wang, X. G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H. R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C. L., Chen, H. D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R. Di, Liu, M. Q., Chen, Y., Shen, X. R., Wang, X., ... Shi, Z. L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 579, 270-273. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
- Zurlo, M. C., Della Volta, M. F. C. i Vallone, F. (2022). Psychological health conditions and COVID-19-related stressors among university students: A repeated cross-sectional survey. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.741332>

Annex A.

Qüestionari

primera publicació

Encuesta a estudiantes de Grado (UPC)

Querido/a estudiante,

Esta encuesta tiene como propósito conocer la percepción del alumnado dentro del entorno universitario de la UPC y conocer los factores que influyen en su paso por la universidad.

Nuestro objetivo es mejorar tu experiencia educativa.

Tu opinión es muy importante para ayudarnos a conocer cómo es el día a día en la universidad y poder ofrecerte un mejor soporte.

Esta encuesta tiene una duración aproximada de 10 minutos y va dirigida a estudiantes de este centro docente.

Para analizar cómo algunos factores (género u origen) pueden influir en la experiencia universitaria, en la encuesta se pregunta información sobre los estudios, edad, nacionalidad y aspectos más concretos sobre la universidad, la docencia, el trabajo en equipo o la satisfacción.

Todas las respuestas son anónimas y tienen como único propósito la investigación académica. Te agradecemos que respondas sinceramente a todas las preguntas. Muchas gracias de antemano.

SI ESTÁS INTERESADO/A EN RECIBIR LOS RESULTADOS DE ESTA ENCUESTA, AL FINAL DEL FORMULARIO ENCONTRARÁS UN CAMPO DONDE PODER INTRODUCIR TUS DATOS DE CONTACTO PARA QUE TE ENVIEMOS LOS RESULTADOS. Tus datos no se utilizarán para ningún otro fin que los objetivos de esta investigación académica, no serán guardados ni cedidos a terceros (según la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal de España 15/1999 de 13 de diciembre).

***Obligatorio**



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

DATOS PERSONALES

1. Indica tu género *

Marca solo un óvalo.

Hombre

Mujer

2. ¿Cuál es tu país de nacimiento? *

Marca solo un óvalo.

España *Salta a la pregunta 5*

Otro *Salta a la pregunta 3*

DATOS PERSONALES

3. Selecciona tu país de nacimiento *

Marca solo un óvalo.

- Afganistán
- Albania
- Alemania
- Andorra
- Angola
- Arabia Saudita
- Argelia
- Argentina
- Armenia
- Australia
- Austria
- Azerbaiyán
- Bangladés
- Bélgica
- Benín
- Bielorrusia
- Bolivia
- Bosnia y Herzegovina
- Brasil
- Bulgaria
- Burkina Faso
- Camboya
- Camerún
- Canadá
- Catar
- Chile
- China
- Chipre
- Colombia
- Corea del Norte
- Corea del Sur
- Costa de Marfil
- Costa Rica
- Croacia
- Cuba
- Dinamarca

- Ecuador
- Egipto
- El Salvador
- Emiratos Árabes
- Eslovaquia
- Eslovenia
- Estados Unidos
- Estonia
- Etiopía
- Filipinas
- Finlandia
- Francia
- Gambia
- Georgia
- Ghana
- Grecia
- Guatemala
- Guinea
- Guinea ecuatorial
- Guinea-Bisáu
- Haití
- Honduras
- Hungría
- India
- Indonesia
- Irak
- Irán
- Irlanda
- Islandia
- Israel
- Italia
- Jamaica
- Japón
- Jordania
- Kazajistán
- Kenia
- Letonia
- Líbano
- Libia

- Lituania
- Luxemburgo
- Malasia
- Malta
- Marruecos
- México
- Moldavia
- Mónaco
- Montenegro
- Mozambique
- Nepal
- Nicaragua
- Nigeria
- Noruega
- Nueva Zelanda
- Países Bajos
- Pakistán
- Palestina
- Panamá
- Paraguay
- Perú
- Polonia
- Portugal
- Reino Unido
- República Centroafricana
- República Checa
- República Democrática del Congo
- República de Kosovo
- República Dominicana
- República de Sudáfrica
- Ruanda
- Rumanía
- Rusia
- Senegal
- Serbia
- Singapur
- Siria
- Sudán
- Suecia

- Suiza
- Tailandia
- Túnez
- Turquía
- Ucrania
- Uruguay
- Uzbekistán
- Venezuela
- Vietnam
- Zambia

4. ¿Cuánto tiempo llevas viviendo en España? *

Marca solo un óvalo.

- De 0 a 1 años
- De 2 a 5 años
- De 6 a 10 años
- Más de 10 años

Salta a la pregunta 8

DATOS PERSONALES

5. ¿Alguno de tus progenitores (padre y/o madre) nació fuera de España? *

Marca solo un óvalo.

- Sí *Salta a la pregunta 6*
- No *Salta a la pregunta 8*

DATOS PERSONALES

6. Indica el país de nacimiento de tu primer progenitor: *

Marca solo un óvalo.

- España
- Afganistán
- Albania
- Alemania
- Andorra
- Angola
- Arabia Saudita
- Argelia
- Argentina
- Armenia
- Australia
- Austria
- Azerbaiyán
- Bangladés
- Bélgica
- Benín
- Bielorrusia
- Bolivia
- Bosnia y Herzegovina
- Brasil
- Bulgaria
- Burkina Faso
- Camboya
- Camerún
- Canadá
- Catar
- Chile
- China
- Chipre
- Colombia
- Corea del Norte
- Corea del Sur
- Costa de Marfil
- Costa Rica
- Croacia
- Cuba

- Dinamarca
- Ecuador
- Egipto
- El Salvador
- Emiratos Árabes Unidos
- Eslovaquia
- Eslovenia
- Estados Unidos
- Estonia
- Etiopía
- Filipinas
- Finlandia
- Francia
- Gambia
- Georgia
- Ghana
- Grecia
- Guatemala
- Guinea
- Guinea ecuatorial
- Guinea-Bisáu
- Haití
- Honduras
- Hungría
- India
- Indonesia
- Irak
- Irán
- Irlanda
- Islandia
- Israel
- Italia
- Jamaica
- Japón
- Jordania
- Kazajistán
- Kenia
- Letonia
- Líbano

- Libia
- Lituania
- Luxemburgo
- Malasia
- Malta
- Marruecos
- México
- Moldavia
- Mónaco
- Montenegro
- Mozambique
- Nepal
- Nicaragua
- Nigeria
- Noruega
- Nueva Zelanda
- Países Bajos
- Pakistán Palestina
- Panamá
- Paraguay
- Perú
- Polonia
- Portugal
- Reino Unido
- República Centroafricana
- República Checa
- República Democrática del Congo
- República de Kosovo
- República Dominicana
- República de Sudáfrica
- Ruanda
- Rumanía
- Rusia
- Senegal
- Serbia
- Singapur
- Siria
- Sudán
- Suecia

- Suiza
- Tailandia
- Túnez Turquía
- Ucrania
- Uruguay
- Uzbekistán
- Venezuela
- Vietnam
- Zambia

7. Indica el país de nacimiento de tu segundo progenitor: *

Marca solo un óvalo.

- España
- Afganistán
- Albania
- Alemania
- Andorra
- Angola
- Arabia Saudita
- Argelia
- Argentina
- Armenia
- Australia
- Austria
- Azerbaiyán
- Bangladés
- Bélgica
- Benín
- Bielorrusia
- Bolivia
- Bosnia y Herzegovina
- Brasil
- Bulgaria
- Burkina Faso
- Camboya
- Camerún
- Canadá
- Catar
- Chile
- China
- Chipre
- Colombia
- Corea del Norte
- Corea del Sur
- Costa de Marfil
- Costa Rica
- Croacia
- Cuba

- Dinamarca
- Ecuador
- Egipto
- El Salvador
- Emiratos Árabes Unidos
- Eslovaquia
- Eslovenia
- Estados Unidos
- Estonia
- Etiopía
- Filipinas
- Finlandia
- Francia
- Gambia
- Georgia
- Ghana
- Grecia
- Guatemala
- Guinea
- Guinea ecuatorial
- Guinea-Bisáu
- Haití
- Honduras
- Hungría
- India
- Indonesia
- Irak
- Irán
- Irlanda
- Islandia
- Israel
- Italia
- Jamaica
- Japón
- Jordania
- Kazajistán
- Kenia
- Letonia
- Líbano

- Libia
- Lituania
- Luxemburgo
- Malasia
- Malta
- Marruecos
- México
- Moldavia
- Mónaco
- Montenegro
- Mozambique
- Nepal
- Nicaragua
- Nigeria
- Noruega
- Nueva Zelanda
- Países Bajos
- Pakistán Palestina
- Panamá
- Paraguay
- Perú
- Polonia
- Portugal
- Reino Unido
- República Centroafricana
- República Checa
- República Democrática del Congo
- República de Kosovo
- República Dominicana
- República de Sudáfrica
- Ruanda
- Rumanía
- Rusia
- Senegal
- Serbia
- Singapur
- Siria
- Sudán
- Suecia

- Suiza
- Tailandia
- Túnez Turquía
- Ucrania
- Uruguay
- Uzbekistán
- Venezuela
- Vietnam
- Zambia

ESTUDIOS

8. ¿Qué grado estás cursando? *

Marca solo un óvalo.

- Grado en Ingeniería Biomédica
- Grado en Ingeniería de la Energía
- Grado en Ingeniería de Materiales
- Grado en Ingeniería Eléctrica
- Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería Química

9. ¿En qué curso te encuentras? *

Marca solo un óvalo.

- Primer curso
- Segundo curso
- Tercer curso
- Cuarto curso
- Quinto curso
- Sexto curso

Salta a la pregunta 10

ESTUDIOS

10. ¿Qué elementos influyeron en tu decisión de escoger tus estudios universitarios? *

(Puedes marcar más de una opción)

Selecciona todos los que correspondan.

- Mi familia
- Mis amigos/as
- Mis profesores/as
- Es mi vocación
- Mis habilidades en el área
- Conseguir un salario alto
- La facilidad de encontrar trabajo
- Tener un impacto positivo en la sociedad
- Tener un trabajo que me haga sentir realizado/a
- Tener un trabajo que me facilite formar una familia
- La posibilidad de trabajar como parte de un equipo
- Otro: _____

ESTUDIOS

11. ¿Cómo de satisfecho/a estás con los estudios que cursas actualmente? *

Marca solo un óvalo.

- Nada satisfecho/a
- Poco satisfecho/a
- Bastante satisfecho/a
- Muy satisfecho/a

12. ¿Has pensado alguna vez cambiar o dejar los estudios? *

Marca solo un óvalo.

- Nunca *Salta a la pregunta 15*
- Alguna vez *Salta a la pregunta 13*
- Varias veces *Salta a la pregunta 13*
- Muchas veces *Salta a la pregunta 13*

ESTUDIOS

13. ¿Qué pensabas cuando consideraste cambiar o dejar los estudios? *

(Puedes marcar más de una opción)

Selecciona todos los que correspondan.

- Es demasiado difícil para mi
- No me parece interesante
- Siento que no pertenezco a esta universidad
- Me he sentido excluido/a o discriminado/a
- No estoy satisfecho/a en cómo se imparten las clases
- No hay un buen ambiente universitario entre estudiantes
- Otro: _____

14. ¿Cuál de estas opciones valoraste? *

Marca solo un óvalo.

- Cambiar de carrera dentro del campo ciencia y tecnología
- Cambiar de carrera y de campo académico (humanidades, ciencias sociales, arte...)
- Cambiar a un grado medio o grado superior
- Buscar trabajo
- Otro: _____

ESTUDIOS

15. En relación con la universidad, ¿Cómo de acuerdo o en desacuerdo estás con las siguientes afirmaciones? *

(Indica para cada afirmación tu grado de acuerdo o desacuerdo)

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Me siento parte de esta universidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realmente puedo ser yo mismo/a en esta universidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me siento respetado/a en esta universidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El resto de estudiantes son amigables conmigo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me siento muy diferente a la mayoría de estudiantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Al resto de estudiantes les gusta como soy	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La mayoría del profesorado se preocupa por mí	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El profesorado piensa que soy buen/a estudiante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Si tengo algún problema siento que puedo hablar con mis profesores/as	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MATERIAL ACADÉMICO

En relación con el material académico de tus asignaturas, indica tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

16. Pienso que se da visibilidad a las mujeres en el material académico de mis asignaturas *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

17. Pienso que se da visibilidad a las distintas culturas en el material académico de mis asignaturas *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

CAPACIDADES Y AUTOESTIMA

18. En general, ¿Cómo crees que te está yendo este curso?

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
Muy mal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy bien

19. ¿Cómo de difíciles son para ti tus estudios en ingeniería?

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	
Muy fáciles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy difíciles

20. Dentro de tu grupo de clase ¿Dónde te situarías? Donde 1 (de los peores) a 4 (de los mejores). *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	
De los peores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	De los mejores

21. Valora del 1 (muy bajo) al 4 (muy alto) cuál crees que es tu grado de autoestima personal: *

Marca solo un óvalo.

1	2	3	4	
Muy bajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy alto

22. Indica en qué grado te preocupa lo que piensen de ti las siguientes personas: *

Marca solo un óvalo por fila.

	No me preocupa nada	Me preocupa poco	Me preocupa bastante	Me preocupa mucho
Mi familia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mis compañeros/as	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mis profesores/as	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La gente en general	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. En relación con lo que piensas de ti mismo/a, ¿Cómo de acuerdo o en desacuerdo estás con las siguientes afirmaciones? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
En general estoy satisfecho/a conmigo mismo/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soy capaz de hacer las cosas tan bien como la mayoría de la gente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Siento que tengo mucho de lo que estar orgulloso/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo una actitud positiva hacia mí mismo/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

RELACIONES Y AMISTADES

Indica tu grado de acuerdo o desacuerdo con la siguiente afirmación:

24. Pienso que los/las estudiantes de mis clases se ayudan mutuamente a tener éxito *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

25. ¿Te relacionas con estudiantes de distintos orígenes culturales o étnicos de tu universidad? *

Marca solo un óvalo.

- Nunca *Salta a la pregunta 27*
- Algunas veces *Salta a la pregunta 26*
- Varias veces *Salta a la pregunta 26*
- Muchas veces *Salta a la pregunta 26*

RELACIONES Y AMISTADES

26. En qué situaciones te relacionas con gente de distintos orígenes culturales o étnicos de tu universidad? *

(Puedes marcar más de una opción)

Selecciona todos los que correspondan.

- Durante las clases de teoría, laboratorio, prácticas...
- En los trabajos en grupo
- En la biblioteca o zonas de estudio
- Durante los momentos de ocio en la universidad (tiempo libre, bar, cafetería, comedor...)
- Fuera del horario lectivo en actividades no relacionadas con la universidad
- Otro: _____

PERCEPCIÓN DE DISCRIMINACIÓN

27. ¿Con qué frecuencia te han ocurrido las siguientes situaciones en la universidad? *

Marca solo un óvalo por fila.

	Nunca	Alguna vez	Varias veces	Muchas veces
No me han tratado con el respeto que merecía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He sido excluido/a al formar grupos para una actividad académica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Algún/a profesor/a me ha tratado mal o injustamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He recibido comentarios ofensivos o bromas desagradables	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No me han tomado tan en serio como al resto de compañeros/as	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. ¿Alguna vez te has sentido discriminado/a o excluido/a en la universidad? *

Marca solo un óvalo.

- Nunca *Salta a la pregunta 32*
- Alguna vez *Salta a la pregunta 29*
- Varias veces *Salta a la pregunta 29*
- Muchas veces *Salta a la pregunta 29*

PERCEPCIÓN DE DISCRIMINACIÓN

29. ¿Por qué motivo crees que te discriminaron o excluyeron? *

(Puedes marcar más de una opción)

Selecciona todos los que correspondan.

- Mi género
- El color de mi piel
- Mi orientación sexual
- Mi etnia o cultura
- Mi forma de vestir
- Mi aspecto físico
- Otro: _____

30. ¿En qué situaciones te sentiste discriminado/a o excluido/a? *

(Puedes marcar más de una opción)

Selecciona todos los que correspondan.

- Durante los momentos de ocio en la universidad (tiempo libre, bar, cafetería, comedor...)
- En las clases de teoría, laboratorio, prácticas...
- En los trabajos en grupo
- En trámites administrativos
- En actividades de evaluación
- En actividades extra-curriculares (culturales, deportivas...)
- Otro: _____

31. ¿Quién te hizo sentir discriminado/a o excluido/a? *

(Puedes marcar más de una opción)

Selecciona todos los que correspondan.

- Los compañeros/as
- Los profesores/as
- El personal administrativo de la universidad
- Otro: _____

PREGUNTA ABIERTA

32. Antes de terminar, nos gustaría saber qué crees que se debería mejorar en la universidad para disminuir/eliminar las situaciones de discriminación y promover la inclusión.

¡Muchas Gracias!

33. Si quieres recibir los resultados de esta encuesta indica tu correo electrónico:
(En caso contrario deja el campo vacío)

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Annex B.

Qüestionari

segona publicació

Enquesta sobre l'aprenentatge no presencial en estudis universitaris d'enginyeria

L'objectiu d'aquesta enquesta és recollir informació sobre la docència no presencial durant la crisi sanitària de la COVID-19. Les teves respostes seran de gran ajuda.

Totes les respostes són anònimes i tenen com a únic propòsit la investigació acadèmica. Les dades no s'utilitzaran per a cap altre fi que els objectius d'aquesta investigació acadèmica i no seran guardades ni cedides a tercers (Segons la Llei Orgànica de Protecció de Dades de Caràcter Personal d'Espanya 15/1999 de 13 de desembre).

Moltes gràcies pel teu temps!

***Required**

Espai de treball

1. Quin curs acadèmic estàs cursant actualment? *

Mark only one oval.

1r curs

2n curs

3r curs

4t curs

2. Des d'on has seguit les classes no presencials durant el confinament? *

Mark only one oval.

Pis/casa amb la família

Pis d'estudiants

Residència universitària

Other: _____

3. Des de quina estança has seguit les classes majoritàriament? *

Mark only one oval.

- La meva habitació
- L'estudi o despatx
- Una zona comuna de la casa (menjador, sala d'estar...)
- Other: _____

4. Quin és el teu grau d'acord amb la següent afirmació: Penso que l'espai de treball i les condicions d'estudi han estat adequades. *

Mark only one oval.

- Molt d'acord
- D'acord
- En desacord
- Molt en desacord

Dispositiu

5. Amb quin dispositiu has seguit les classes majoritàriament? *

Mark only one oval.

- Ordinador portàtil
- Ordinador de sobretaula
- Tauleta
- Telèfon mòbil
- Other: _____

6. El dispositiu generalment l'has utilitzat només tu o l'has compartit amb altres persones/membres de la família? *

Mark only one oval.

- Només l'he utilitzat jo
- L'he compartit esporàdicament
- L'he compartit regularment

7. Durant les classes no presencials, indica si has experimentat alguna de les següents situacions: *

Mark only one oval per row.

	Mai	Alguna vegada	Sovint
He tingut problemes informàtics que m'han dificultat el seguiment de les assignatures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He tingut problemes de connexió a internet que m'han dificultat el seguiment de les assignatures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Si has tingut algun altre problema que t'hagi afectat durant la docència no presencial, si us plau especifica-la:

Eines

9. Indica en quina mesura has utilitzat les següents eines per seguir les classes no presencials: *

Mark only one oval per row.

	No l'he utilitzat	Alguna vegada	Sovint
Atenea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Correu electrònic	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Drive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calendar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Classroom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hangouts	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Meet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Skype	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zoom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Whatsapp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Youtube	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Si has utilitzat alguna altra eina per poder seguir les classes no presencials, si us plau especifica-la:

Classes

11. Com ha estat la qualitat de les classes que s'han fet de manera no presencial? *

Mark only one oval.

- Molt bona
 Bona
 Dolenta
 Molt dolenta

12. En relació amb les classes no presencials, indica el teu grau d'acord o desacord amb les següents afirmacions: *

Mark only one oval per row.

	Molt d'acord	D'acord	En desacord	Molt en desacord
Les classes s'han adaptat correctament	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Els mètodes d'avaluació de les assignatures s'han adaptat correctament	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He pogut seguir el curs correctament	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He tingut el suport necessari dels professors/es	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Creus que el teu aprenentatge s'ha vist afectat per la docència no presencial? *

Mark only one oval.

- Si, ha empitjorat
 No, no s'ha vist afectat
 Si, ha millorat

14. Creus que el temps d'estudi dedicat a les assignatures s'ha vist afectat per la docència no presencial? *

Mark only one oval.

- Si, ha augmentat
- No, no s'ha vist afectat
- Si, ha disminuït

15. En cas que els resultats i/o el temps d'estudi s'hagin vist afectats, podries indicar-ne els motius?

Relacions i emocions

16. Pel que fa a les relacions amb altres estudiants i professors/es, indica el teu grau d'acord o desacord amb les següents afirmacions: *

Mark only one oval per row.

	Molt d'acord	D'acord	En desacord	Molt en desacord
M'he sentit connectat/da amb la resta d'estudiants de les meves assignatures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M'he sentit connectat/da als professors/es de les meves assignatures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He trobat a faltar el contacte amb la resta d'estudiants de les meves assignatures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He trobat a faltar el contacte amb els professors/es de les meves assignatures	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Com t'has sentit durant el confinament en relació amb les classes a distància? *
(pots seleccionar més d'una opció)

Tick all that apply.

- Calmat/da
- Preocupat/da
- Confós/a
- Desanimat/da
- Avorrit/da
- Molest/a
- He sentit confiança
- He estat en alerta

Educació a distància

18. Les classes no presencials durant el confinament, han canviat la teva opinió de l'educació a distància en general? *

Mark only one oval.

- Sí, ha millorat
- No, és la mateixa
- Sí, ha empitjorat

19. En relació amb la docència no presencial, quina d'aquestes opcions escolliries? *

Mark only one oval.

- Docència no presencial sincrònica en temps real (classes en directe per videoconferència)
- Docència no presencial asincrònica independent (classes gravades en vídeo)

Resposta UPC

20. Com qualificaries la resposta de la universitat davant la situació de pandèmia? *

Mark only one oval.

- Molt bona
- Bona
- Dolenta
- Molt dolenta

21. Com qualificaries la resposta del professorat davant la situació de pandèmia? *

Mark only one oval.

- Molt bona
- Bona
- Dolenta
- Molt dolenta

22. Indica el teu grau d'acord o desacord amb les següents afirmacions: *

Mark only one oval per row.

	Molt d'acord	D'acord	En desacord	Molt en desacord
La universitat ha donat la informació necessària en tot moment	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El professorat ha donat la informació necessària en tot moment	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tancament

23. Hi ha hagut alguna cosa que algun professor/a hagi fet durant la docència no presencial que t'hagi ajudat especialment?

(opcional)

24. Pots utilitzar aquest espai per clarificar qualsevol de les teves respostes o per afegir algun comentari respecte a la docència no presencial (opcional)

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

Annex C.

Questionari

tercera publicació

Encuesta anónima sobre la incidencia del Estado de Alarma y el COVID-19 en el aprendizaje de la asignatura Expressió Gràfica (EG)

El objetivo de esta encuesta es recoger información sobre la docencia no presencial en la asignatura de EG durante esta crisis sanitaria.

Tus respuestas serán de gran ayuda para mejorar este curso en futuras ediciones.

No dediques mucho tiempo a decidir cada una de las respuestas. Tu primera reacción probablemente es la mejor.

Todas las respuestas son anónimas y tienen como único propósito la investigación académica.

Estos datos no se utilizarán para ningún otro fin que los objetivos de esta investigación académica y no serán guardados ni cedidos a terceros (Según la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal de España 15/1999 de 13 de diciembre).

Tiempo máximo de realización: 10'

* Obligatori



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est



ASPECTOS INICIALES

1. Eres *

Marqueu només un oval.

Mujer

Hombre

2. Selecciona el grado que cursas. *

Marqueu només un oval.

- Grado en Ingeniería Biomédica
- Grado en Ingeniería Eléctrica
- Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería de la Energía
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería Química
- Grado en Ingeniería de Materiales

SEGUIMIENTO DE LA ASIGNATURA

3. Con que dispositivo (mayoritariamente) has seguido las clases de la asignatura EG durante esta emergencia sanitaria. *

Marqueu només un oval.

- Portátil
- Teléfono móvil
- Tablet
- Ordenador de sobremesa
- No tenía ningún dispositivo
- Altres: _____

4. Que tipo de conexión a Internet has utilizado. *

Marqueu només un oval.

- Fibra
- ADSL
- Datos del móvil
- Wi-Fi pública
- No tenía conexión
- Altres: _____

5. Ordena de menos usada (1) a más usada (4) las herramientas de trabajo utilizadas para el seguimiento de EG durante esta emergencia sanitaria. *

Marqueu només un oval per fila.

	1	2	3	4
Atenea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Classroom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hangouts Chat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Correo electrónico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Drive	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calendar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Whatsapp	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Youtube	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Solidworks	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Meet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Skype	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Añade, si has utilizado, alguna otra herramienta que no esté escrita arriba.

CONFINAMIENTO y TRABAJO

7. A causa del confinamiento y en relación a los siguientes aspectos, marca lo que * creas más conveniente.

Marqueu només un oval per fila.

	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
He estado al tanto de los correos, la documentación y nuevas normativas que me enviaban desde la escuela relacionadas con esta crisis sanitaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He tenido problemas informáticos y he podido resolverlos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He tenido problemas para acceder a todos los recursos disponibles de la asignatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He tenido problemas para conectarme a Internet y seguir las clases con normalidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
He tenido problemas de salud que me han impedido realizar las tareas con normalidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mi rendimiento académico se ha visto afectado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El espacio de trabajo y las condiciones de estudio en casa han sido adecuadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las horas dedicadas a mis estudios, en relación a antes de la emergencia sanitaria, han aumentado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Has tenido algún otro problema, que no hemos identificado, que hayas tenido durante el confinamiento?

INTERÉS, APRENDIZAJE Y ACTIVIDADES FORMATIVAS EN LA ASIGNATURA EG

9. He aprendido y comprendido los contenidos de la asignatura EG. *

Marqueu només un oval.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

10. Valora la utilidad de las siguientes actividades formativas de EG. *

Marqueu només un oval per fila.

	Muy útil	Útil	Poco útil	Muy poco útil
Tutoriales de Solidworks	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ejercicios en vídeo para la resolución de piezas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Test de prácticas de teoría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proyecto final de la asignatura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. He realizado las actividades no presenciales (tutoriales, test de evaluación, etc.) que se me han indicado. *

Marqueu només un oval.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

CARGA DE TRABAJO EN EG DURANTE EL CONFINAMIENTO

12. En este cuatrimestre la carga de trabajo de la asignatura EG, comparada con otras, ha sido... *

Marqueu només un oval.

- Muy grande
- Grande
- Pequeña
- Muy pequeña

13. En este cuatrimestre la asignatura EG, comparada con otras, ha sido... *

Marqueu només un oval.

- Muy difícil
- Difícil
- Fácil
- Muy fácil

14. En general, todo este cuatrimestre que estoy cursando ha sido... *

Marqueu només un oval.

- Muy difícil
- Difícil
- Fácil
- Muy fácil

EVALUACIONES EN EG

15. Los métodos de evaluación de la asignatura EG se han adaptado correctamente a la docencia no presencial *

Marqueu només un oval.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

16. La manera de plantear la evaluación de la asignatura EG me ha ayudado a aprender mejor los contenidos académicos *

Marqueu només un oval.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

17. Considero que en la docencia no presencial de la asignatura EG el/la profesor/a ha valorado justamente mi trabajo *

Marqueu només un oval.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

Para finalizar...

18. Por favor, indica cuáles son las características de este/a profesor/a que más te han ayudado en el proceso de aprendizaje durante el confinamiento. *

19. Por favor, utiliza el espacio adicional para clarificar cualquiera de tus respuestas o para añadir algo que quieras comentar. Nos será de gran ayuda.

Google no ha creat ni aprovat aquest contingut.

Google Formularis

