



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

Educació per al Desenvolupament Sostenible a l'aula de Tecnologia i Digitalització: l'estació de mesura de la qualitat de l'aire.

TREBALL FINAL DE MÀSTER

Màster universitari en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i
Batxillerat, Formació Professional i Ensenyaments d'Idiomes

Patricia Viltró Gascón

Tutora: Dra. Ruth Arís Sánchez

Especialitat de Tecnologia

Tarragona, maig de 2024

AGRAÏMENTS

A la meva tutora Ruth Arís, per guiar-me en aquest procés d'una manera professional, rigorosa, empàtica i positiva.

A l'equip docent de l'INS Els Alfacs, per orientar-me amb confiança i proximitat.

A l'alumnat de 3er d'ESO, el veritable protagonista d'aquest estudi

A la Dolors Puigjaner i al Jordi Mogas, per dedicar part del seu temps a contestar les meves nombroses preguntes.

A la meva família, pel seu suport incondicional.

“Hem de preparar els estudiants

per al seu futur,

no per al nostre passat”

Ian Jukes

RESUM

A partir de la declaració de l'Agenda 2030, l'Educació per al Desenvolupament Sostenible ha esdevingut més rellevant que mai. El nou currículum educatiu i els principals organismes internacionals reforcen la idea d'enfocar la sostenibilitat a les aules des d'una perspectiva multidisciplinària. La mala qualitat de l'aire interior es relaciona directament amb la baixada del rendiment acadèmic, i la salut i el benestar a l'aula ofereixen un marc proper per abordar els Objectius de Desenvolupament Sostenible amb l'alumnat. En aquesta línia, aquest treball final de màster analitza la repercussió que té la introducció d'una estació de mesura de la qualitat de l'aire entre els estudiants de 3er d'ESO de la classe de Tecnologia i Digitalització. Concretament, s'analitza l'impacte en el grau de coneixement dels Objectius de Desenvolupament Sostenible i en el nivell de consciència ambiental dels estudiants. El recurs està basat en la tecnologia Arduino, i permet que l'alumnat munti i programi els diferents sensors i actuadors relacionats amb la mesura de la qualitat de l'aire interior. La mostra està formada per 57 alumnes de 3er d'ESO d'entre 14 i 15 anys. S'ha dut a terme un disseny quasi experimental amb grup control no equivalent, així com qüestionaris *pre i post* intervenció. Els resultats mostren com després de la situació d'aprenentatge dissenyada entorn el recurs, l'alumnat del grup experimental augmenta significativament el seu grau de coneixement sobre els ODS. També han augmentat el nivell de consciència ambiental en les categories de pràctiques, actituds i valors. Les troballes coincideixen amb els resultats d'estudis previs, i demostren com des de les matèries tecnològiques es pot fer una valuosa aportació a la sostenibilitat. L'estudi ha estat limitat en el temps i en el nombre de participants. El recurs s'ha implementat només a l'assignatura de Tecnologia i Digitalització, però el seu potencial és enorme pel que fa a protagonitzar projectes interdisciplinaris de llarga durada, que incloguin professorat d'altres departaments i un major nombre d'alumnes.

Paraules clau: Mesura de la qualitat de l'aire interior, Educació per al Desenvolupament Sostenible, consciència ambiental, Objectius per al Desenvolupament Sostenible, tecnologia Arduino.

ABSTRACT

Following the 2030 Agenda, Education for Sustainable Development has gained more relevance than ever. The new educational curriculum and major international organizations reinforce the idea of approaching sustainability from a multidisciplinary perspective. Poor indoor air quality is directly related to decreased academic performance, while health and well-being in the classroom provide a conducive framework for addressing the Sustainable Development Goals with students. In this context, this master's thesis examines the impact of introducing an air quality measurement station among 3rd ESO students in the Technology and Digitalization class. Specifically, it analyzes the impact on students' level of knowledge regarding the SDGs and their environmental awareness. The resource is based on Arduino technology, allowing students to assemble and program various sensors and actuators related to indoor air quality measurement. The sample consists of 57 3rd ESO students. A quasi-experimental design with a non-equivalent control group was conducted, along with pre- and post-intervention questionnaires. The results demonstrate that after the learning situation designed around the resource, students in the experimental group significantly increase their knowledge of the SDGs. They have also increased their level of environmental awareness across the categories of practices, attitudes, and values. These findings align with previous studies and illustrate how technological subjects can make a valuable contribution to sustainability. The study has been limited in time and number of participants. The resource has been implemented only in the Technology and Digitalization subject, but its potential is enormous for leading long-term interdisciplinary projects involving faculty from other departments and a larger number of students.

Keywords: Air quality measurement station, Education for Sustainable Development, environmental awareness, Sustainable Development Goals, Arduino technology

ÍNDEX DE CONTINGUTS

1. Introducció	10
1.1 Detecció de necessitats	10
1.2 Justificació	10
2. Marc teòric	12
2.1 Educació per al Desenvolupament Sostenible	12
2.2 Marc normatiu i EpDS	14
2.3 Salut i benestar a l'aula	15
2.4 Mesura de la qualitat de l'aire a l'aula i EpDS.....	16
3. Proposta de recerca	17
3.1 Definició del problema	17
3.2 Pregunta d'investigació.....	17
3.3 Hipòtesis.....	17
3.4 Objectius.....	18
3.5 Disseny de recerca	18
4. Intervenció educativa	20
5. Mètode	21
5.1 Participants.....	21
5.2 Variables.....	22
5.3 Instruments de recollida de dades.....	23
5.4 Procediment.....	23
5.5 Metodologia usada per a l'anàlisi de dades.....	24
6. Resultats	25
6.1 Resultats per a la hipòtesi 1. Grau de coneixement dels ODS.....	26

6.2	Resultats per a la hipòtesi 2. Nivell de consciència ambiental en el concepte de desenvolupament sostenible	27
6.3	Resultats per a la hipòtesi 3. Nivell de consciència ambiental en les categories de pràctiques, actituds i valors	29
7.	Discussió	32
7.1	Hipòtesi 1	32
7.2	Hipòtesi 2	32
7.3	Hipòtesi 3	33
7.4	Implicacions teòriques i pràctiques dels resultats	33
7.5	Limitacions de l'estudi.....	34
7.6	Futures línies d'investigació i recomanacions.....	34
8.	Conclusions	35
9.	Referències.....	37
10.	Annexos	43
	Annex 1 Estació de mesura i kit de pràctiques	43
	Annex 2. Situació d'Aprenentatge	47
	Annex 3. Detall de les activitats d'aprenentatge i avaluació	59
	Annex 4. Qüestionari sobre el coneixement autoreportat dels ODS	69
	Annex 5. Qüestionari sobre el nivell de consciència ambiental	70
	Annex 6. Declaració responsable sobre els aspectes ètics del treball.....	72
	Annex 7. Mitjanes individuals del qüestionari sobre el grau de coneixement dels ODS....	73
	Annex 8. Puntuacions individuals del qüestionari sobre el grau consciència ambiental ..	75
	Annex 9. Puntuacions individuals per a cada categoria de consciència ambiental	77
	Annex 10 Infografies finals de l'alumnat.....	82

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS).....	12
Taula 2. Freqüències en el nombre de participants per grups.....	25
Taula 3. Freqüències per sexe.....	25
Taula 4. Estadístics descriptius per al qüestionari 1.....	26
Taula 5. Prova de Levene d'igualtat de les variàncies per al qüestionari 1.....	26
Taula 6. Diferències inter-grup en el qüestionari 1.....	27
Taula 7. Diferències intra-grup. Grup control, qüestionari 1.....	27
Taula 8. Diferències intra-grup. Grup experimental, qüestionari 1.....	27
Taula 9. Estadístics descriptius per al qüestionari 2.....	28
Taula 10. Prova de Levene d'igualtat de les variàncies per al qüestionari 2.....	28
Taula 11. Diferències inter-grup en el qüestionari 2.....	28
Taula 12. Diferències intra-grup. Grup control, qüestionari 2.....	29
Taula 13. Diferències intra-grup. Grup experimental, qüestionari 2.....	29
Taula 14. Categories de consciència ambiental.....	29
Taula 15. Mitjanes i desviacions típiques per a cada categoria.....	30
Taula 16. Resultats de les anàlisis T de Student per a cada categoria.....	31

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Freqüències per sexe en el grup control	25
Figura 2. Freqüències per sexe en el grup experimental	25
Figura 3. Diferències inter-grup en el post-test del qüestionari 1	26
Figura 4. Diferències inter-grup en el post-test del qüestionari 2	28
Figura 5. Canvis en el grup experimental pel que fa a les pràctiques	30
Figura 6. Canvis en el grup experimental pel que fa a les actituds	30
Figura 7. Canvis en el grup experimental pel que fa als valors	31

1. Introducció

1.1 Detecció de necessitats

L'institut on s'ha realitzat la intervenció acull l'alumnat de diverses escoles de primària del municipi. Existeixen nombroses línies en cada nivell de l'Educació secundària obligatòria (ESO), amb una elevada quantitat d'alumnes per grup. Davant aquesta situació d'alta ocupació a les aules, la comunitat educativa del centre considera fonamental **crear consciència sobre la importància de mantenir la qualitat de l'aire interior**.

Existeix una relació directa entre la qualitat de l'aire a les aules i el rendiment acadèmic de l'alumnat (Wargocki et al., 2019, 2020). L'anàlisi dels paràmetres implicats pot ajudar a sensibilitzar sobre aquesta problemàtica i prendre les decisions més adequades en cada ocasió.

Així mateix, el benestar a les aules i la qualitat de l'aire interior es relacionen amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) (Montiel et al., 2020). En aquest escenari, l'Educació per al Desenvolupament Sostenible (EpDS) mai no havia estat tan necessària. Els reptes que plantegen els ODS i l'Agenda 2030 fan que l'EpDS esdevingui una necessitat urgent (Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura [UNESCO], 2017).

A més, segons la diagnosi digital del centre (INS Els Alfacs, s.f.), caldria millorar la competència digital de l'alumnat. El Pla Digital de Catalunya (2020) apunta que avançar en aquesta competència implica la **transició de l'ús d'eines cap a la creació digital**, incloent-hi la programació.

1.2 Justificació

Amb la finalitat de centrar la iniciativa en les necessitats identificades, es proposa la introducció d'un nou recurs a l'aula de Tecnologia i Digitalització de 3r d'ESO: **l'estació de mesura de la qualitat de l'aire**.

El material està format per les estacions de mesura i els kits de pràctiques. Aquests últims tenen un muntatge i programació més senzills. Consten d'un microcontrolador compatible amb Arduino i un seguit de panells i sensors. L'alumnat s'encarrega de la programació del recurs amb ArduinoBlocs. La descripció detallada dels dispositius es pot consultar a [l'Annex 1](#)

El professorat pot accedir a aquest recurs gràcies a la formació realitzada amb l'associació Robolot Team (El Punt Avui, 2023, 30 d'agost), que ha estat finançada pel Departament d'Educació amb fons europeus. Aquesta subvenció pretén impulsar la innovació en els centres educatius de Catalunya (Departament d'Educació, 2023).

La situació d'aprenentatge dissenyada al voltant del recurs, permet treballar la consciència ambiental i els ODS, la programació amb blocs, l'anàlisi de dades, i la presa de decisions. La naturalesa del recurs facilita la millora de la competència digital. L'alumnat no només usa l'estació de mesura sinó que també la programa.

El recurs té un marcat caràcter multidisciplinari i permet treballar les competències específiques i les transversals (sobretot la ciutadana i la digital). En l'actualitat, es necessària una educació transversal en valors relacionats amb la construcció d'una societat més sostenible (Lorca y Vallejos, 2021).

La innovació pedagògica ha de respondre a un procés basat en la recerca, que permeti millorar els aprenentatges i que sigui fàcilment reproduïble (Departament d'Educació, 2017). En aquest sentit, el recurs proposat s'implementarà aquest curs a algunes aules, però està pensat per a que tingui continuïtat en els següents cursos i s'ampliï el seu abast. A mig termini, s'espera que s'incorpori professorat de diverses matèries. La proposta treballa els ODS des d'una vessant multidisciplinària i és fàcilment exportable, ja que els components són accessibles i el sistema de programació són de codi obert.

Per altra banda, com assenyala Fernando Hernández (2020), per tal que una innovació tingui sentit, ha de formar part d'una cultura de la innovació, i no ser una iniciativa aïllada i fora de context. La implementació del recurs està impulsada per un equip de docents del centre. S'emmarca en un projecte més gran, com és la formació que Robolot Team està realitzant a més de 425 docents d'arreu de Catalunya. Cada docent, però, dissenya la situació d'aprenentatge que considera més adient dins el seu context del grup-classe.

2. Marc teòric

2.1 Educació per al Desenvolupament Sostenible

El desenvolupament sostenible és aquell que permet millorar la vida de les persones sense comprometre les necessitats de les generacions futures (Wright 2005). La idea que l'educació és un element indispensable en l'assoliment del desenvolupament sostenible ha experimentat un fort consens internacional en els darrers anys (Comissió Europea, 2022; Organització de les Nacions Unides [ONU], 2015; UNESCO, 2005). L'Educació per al Desenvolupament Sostenible (EpDS) té com a objectiu promoure la transició social mitjançant el canvi en les actituds, els valors i les accions (Wade & Parker, 2010). A més, busca fomentar en les persones el desenvolupament de les competències essencials perquè puguin avaluar de manera crítica i responsable les seves pròpies actuacions (Leicht et al., 2018; UNESCO, 2018).

A partir de l'any 2015, l'Agenda 2030 i els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) s'han convertit en un focus d'atenció prioritària en les agendes internacionals i en la recerca educativa (Alonso-Sainz, 2021). Els 17 ODS (Taula 1) reflecteixen grans reptes mundials derivats de problemàtiques ecològiques, econòmiques i socials (ONU, 2015) i els països han d'adoptar mesures per assolir-los.

TAULA 1

OBJECTIUS PER AL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE (ODS)

ODS 1	Fi de la pobresa. Posar fi a la pobresa en totes les seves formes arreu del món
ODS 2	Fam zero. Posar fi a la fam, aconseguir la seguretat alimentària i la millora de la nutrició i promoure l'agricultura sostenible
ODS 3	Salut i benestar. Garantir una vida sana i promoure el benestar per a tothom a totes les edats
ODS 4	Educació de qualitat. Garantir una educació inclusiva, equitativa i de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge permanent per a tothom
ODS 5	Igualtat de gènere. Aconseguir la igualtat entre els gèneres i empoderar totes les dones i nenes
ODS 6	Aigua neta i sanejament. Garantir la disponibilitat d'aigua i la seva gestió sostenible i el sanejament per a tothom
ODS 7	Energia neta i assequible. Garantir l'accés a una energia assequible, segura, sostenible i neta per a tothom
ODS 8	Treball digne i creixement econòmic. Promoure el creixement econòmic sostingut, inclusiu i sostenible, l'ocupació plena i productiva i el treball digne per a tothom
ODS 9	Indústria, innovació i infraestructures. Construir infraestructures, promoure la industrialització inclusiva i sostenible i fomentar la innovació

ODS 10	Reducció de les desigualtats. Reduir la desigualtat als països i entre països
ODS 11	Ciutats i comunitats sostenibles. Aconseguir que les ciutats i els assentaments humans siguin inclusius, segurs, resilients i sostenibles
ODS 12	Consum i producció responsables. Garantir modalitats de consum i producció sostenibles
ODS 13	Acció climàtica. Adoptar mesures urgents per combatre el canvi climàtic i els seus efectes
ODS 14	Vida submarina. Conservar i utilitzar de manera sostenible els oceans, els mars i els recursos marins per al desenvolupament sostenible
ODS 15	Vida terrestre. Protegir, restaurar i promoure l'ús sostenible dels ecosistemes terrestres, gestionar sosteniblement els boscos, lluitar contra la desertificació, aturar i invertir la degradació de les terres i aturar la pèrdua de biodiversitat
ODS 16	Pau, justícia i institucions sòlides. Promoure societats pacífiques i inclusives per al desenvolupament sostenible, la provisió d'accés a la justícia per a tothom i la construcció d'institucions eficaces, responsables i inclusives a tots els nivells
ODS 17	Aliança pels objectius. Consolidar i revitalitzar l'Aliança Mundial per al Desenvolupament Sostenible realize the global partnership for sustainable development

Nota. Elaboració pròpia a partir de la resolució "Transformar el nostre món: l'Agenda 2030 per al Desenvolupament Sostenible" (ONU, 2015)

L'educació té el seu propi objectiu, l'ODS 4, però es considera clau en l'assoliment dels demés. Segons la UNESCO, els ODS haurien de poder integrar-se en tots els processos d'ensenyament-aprenentatge (UNESCO, 2020).

Dins del marc de l'educació formal, la difusió dels objectius de l'Agenda 2030 i la sensibilització de la població sobre la seva rellevància representa un repte per a tots els sistemes educatius (Murga-Menoyo, 2018). Algunes de les estratègies per integrar els ODS a les aules passen per vincular-los a allò que és familiar i proper per als estudiants (Korsager & Scheie, 2019). Per tal de conscienciar l'alumnat sobre la importància dels ODS, cal establir connexions personals i locals, presentar exemples concrets i casos d'estudi rellevants (Pla & Valverde, 2023).

El desenvolupament de **la consciència ambiental dins l'àmbit educatiu és un valuós mitjà** per a la consecució dels ODS. Suposa la comprensió que es té de l'impacte dels éssers humans en l'entorn, i la influència de les accions pròpies en el futur del nostre espai (Olivares Sánchez & Leyva Aguilar, 2023; Ramos Seminario, 2022).

L'EpDS en l'entorn educatiu promou canvis orientats a l'acció en els estudiants (Olsson et al., 2022). A més de generar consciència, proporciona les eines i els coneixements necessaris per a trobar solucions sostenibles per als reptes actuals i futurs (Moreno et al., 2019).

2.2 Marc normatiu i EpDS

La presència de l'EpDS dins del sistema educatiu estatal ha experimentat un creixement notable després de l'aprovació de la Llei Orgànica 3/2020, de 29 de desembre, que modifica la Llei Orgànica 2/2006, de 3 de maig, d'Educació (LOMLOE, 2020). Tal i com assenyala Gavari-Starkie (2021), el currículum de la LOMLOE inclou, per primera vegada en les lleis educatives estatals, enfocaments innovadors per a l'educació per al desenvolupament sostenible. Els ODS han estat essencials en la seva redacció tot seguint les recomanacions europees (Comissió Europea, 2022). La llei pretén formar estudiants compromesos, conscients i capacitats per a una societat més sostenible (Saiz, 2022).

A Catalunya, el Decret 175/2022 d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica desplega la LOMLOE. Defineix l'estructura d'un currículum que avança en la línia de l'educació competencial, la inclusió i l'aprenentatge profund (Domènech Casal, 2022). Les competències es refereixen als atributs específics que les persones necessiten per actuar i adaptar-se en diferents contextos i situacions complexes. Representen una combinació de coneixements, capacitats, habilitats, motivacions i disposicions emocionals (UNESCO, 2017).

El nou currículum remarca que les competències s'han de treballar en el context de situacions d'aprenentatge connectades amb la realitat, que permetin a l'alumnat reflexionar, col·laborar i actuar per la sostenibilitat (Generalitat de Catalunya, 2022).

En el currículum de les matèries tecnològiques es fomenta la consciència ambiental i s'incideix en la necessitat d'implementar tecnologies que promoguin el respecte pel medi ambient. (Núñez-Sánchez & Valente, 2023). Concretament, la matèria de Tecnologia i Digitalització implica la interacció amb els coneixements d'altres disciplines i dona especial rellevància al desenvolupament sostenible (Generalitat de Catalunya, 2022). La competència específica 7 d'aquesta matèria es relaciona estretament amb la sostenibilitat i destaca la importància que els estudiants siguin capaços d'avaluar les aportacions que pot fer la tecnologia a la societat (Núñez-Sánchez & Valente, 2023).

La perspectiva sostenible queda també incorporada en les competències transversals del nou currículum. La competència ciutadana (CC4) tracta l'assoliment d'una capacitat de reflexió crítica i del desenvolupament d'un estil de vida sostenible d'acord amb els objectius de l'Agenda 2030. La competència digital (CD5) fa èmfasi en la identificació de les aportacions que la tecnologia pot fer al benestar, i en la importància del seu ús ètic i responsable (Generalitat de Catalunya, 2022).

2.3 Salut i benestar a l'aula

Una de les principals funcions dels centres educatius ha de ser la de proporcionar a l'alumnat un entorn saludable per al seu aprenentatge i desenvolupament (Sadrizadeh et al., 2022). Alguns dels paràmetres més rellevants que incideixen en les sensacions dels ocupants són els ambientals, concretament els que es refereixen a la qualitat de l'aire interior (Departament d'Educació, 2022).

Alumnes i professors passen la major part de la seva jornada a les aules. El nivell en que es troben els paràmetres que intervenen en la qualitat de l'aire té conseqüències sobre la salut i el benestar de les persones. Sense una bona qualitat de l'aire interior es pot veure afectada la salut, el rendiment acadèmic, la capacitat de concentració i el benestar d'alumnes i professors (Sadrizadeh et al., 2022).

Paràmetres com la temperatura, la lluminositat, la concentració de CO₂, la humitat o el nivell de soroll a l'aula poden afectar negativament els processos d'aprenentatge quan estan fora del seu interval òptim (Norazman et al., 2018; Wargocki et al., 2019, 2020; Yamile González Sánchez & Fernández Díaz, 2014).

La salut i el benestar a l'aula es relacionen directament amb l'ODS 3, que busca garantir una vida sana i promoure el benestar per a tothom a totes les edats (Taula 1). Així mateix, es vinculen amb altres ODS com el 4 (educació de qualitat), 9 (innovació i infraestructures), 11 (comunitats sostenibles) i 13 (acció climàtica). Assegurar el benestar i el confort a l'aula hauria d'anar de la mà amb els processos d'aprenentatge (Montiel et al., 2020).

2.4 Mesura de la qualitat de l'aire a l'aula i EpDS

És essencial conscienciar els estudiants sobre la necessitat d'implementar solucions tecnològiques alineades amb els ODS (Tabuenca et al., 2020). Els dispositius que serveixen per a la mesura dels paràmetres ambientals han estat utilitzats com un recurs per a l'EpDS a les aules.

Els resultats de Tabuenca (2023) mostren com la monitorització dels paràmetres ambientals permet a l'alumnat fer inferències sobre el clima interior i el benestar de les persones. Les seves troballes expliquen el potencial de l'ús de la tecnologia a l'aula per al desenvolupament de la consciència ambiental (Tabuenca et al., 2020, 2023). L'ús dels sistemes de mesura del paràmetres ambientals a les aules no només facilita la conscienciació, sinó que també promou la idea que els estudiants poden contribuir a l'assoliment dels ODS mitjançant els coneixements adquirits a classe (Calvo et al., 2023)

La tecnologia ha facilitat la creació d'eines accessibles per abordar problemes a l'aula, on els alumnes desenvolupen habilitats innovadores i creatives a través de recursos tecnològics com la placa Arduino (Pérez, 2023). Arduino és un microcontrolador àmpliament utilitzat en educació (Munera et al., s.f.). Es basa en un marc de codi obert que permet a persones de diverses comunitats compartir els seus esquemes. L'acompanyen un software de programació i un seguit de sensors i actuadors. La seva versatilitat permet treballar en projectes multidisciplinaris i el seu ús en educació millora les habilitats dels estudiants per a establir relacions de causa-efecte (Ari & Meço, 2021). A més, és una tecnologia fàcilment transferible a altres centres i projectes, requisit indispensable per a ser considerada una innovació educativa (Departament d'Educació, 2017).

Arduino ha estat utilitzat amb èxit en projectes per a la mesura de la qualitat de l'aire, demostrant que és una tecnologia eficient i fiable a baix cost (Gunawan et al., 2018). En projectes educatius, ha mostrat tenir impactes positius en l'aprenentatge i la perspectiva ambiental de l'alumnat (Grossberndt et al., 2021).

3. Proposta de recerca

3.1 Definició del problema

La problemàtica detectada ha estat la **necessitat de conscienciar sobre la importància de mantenir una bona qualitat de l'aire a les aules**. Aquesta es fonamenta en la relació entre la qualitat de l'aire i el rendiment acadèmic dels alumnes (Sadrizadeh et al., 2022; Wargocki et al., 2019, 2020), així com en la vinculació existent entre la salut i el benestar a l'aula amb els ODS (Montiel et al., 2020).

L'EpDS és ara més necessària que mai. El nou currículum i els principals organismes internacionals ofereixen un marc propici per a desenvolupar-la (Generalitat de Catalunya, 2022; ONU, 2015).

Per tal d'avançar en la conscienciació i el coneixement sobre els ODS, s'ha proposat la introducció d'una **estació de mesura de la qualitat de l'aire a l'aula de Tecnologia i Digitalització de 3r d'ESO**. El professorat ha pogut accedir a aquest recurs mitjançant la participació en el projecte de formació docent que ha dut a terme el Departament d'Educació a través de l'Associació Robolot Team (2024).

3.2 Pregunta d'investigació

La pregunta d'investigació ha estat la següent: Com influeix la introducció de l'estació de mesura de la qualitat de l'aire interior, a través d'una situació d'aprenentatge de 10 sessions a la classe de Tecnologia i Digitalització de 3er d'ESO D, en el grau de coneixement dels ODS i en el nivell de consciència ambiental de l'alumnat?.

3.3 Hipòtesis

En la present recerca s'han plantejat tres hipòtesis, totes elles relacionades amb la introducció del nou recurs tecnològic.

Si s'introdueix l'estació de mesura a l'aula:

Hipòtesi 1: Augmentarà el grau de coneixement autoreportat sobre els ODS entre l'alumnat.

Hipòtesi 2: S'incrementarà el nivell de consciència ambiental en el marc del desenvolupament sostenible de l'alumnat.

Hipòtesi 3: Millorarà el nivell de consciència ambiental en cadascuna de les següents categories de consciència ambiental: pràctiques, actituds i valors.

3.4 Objectius

- Objectiu general

Comprovar si la introducció de l'estació de mesura de la qualitat de l'aire augmenta els coneixements sobre els ODS i el grau de consciència ambiental de l'alumnat de 3er ESO D de la classe de Tecnologia i Digitalització.

- Objectius específics

Per a cada hipòtesi s'ha redactat un objectiu específic:

OE1. Analitzar si augmenta el grau de coneixement dels ODS entre l'alumnat del grup experimental en comparació amb l'alumnat de 3er E, on no s'introdueix el recurs.

OE2. Avaluar si augmenta el grau de consciència ambiental entre l'alumnat del grup experimental en comparació amb l'alumnat del grup control.

OE3. Determinar si la introducció del recurs augmenta el grau de consciència ambiental entre l'alumnat del grup experimental en cadascuna de les següents categories: actituds, pràctiques i valors, en comparació amb l'alumnat del grup control.

3.5 Disseny de recerca

El disseny seleccionat per a la present recerca ha estat el **quasi experimental amb grup control no equivalent**. És un disseny quantitatiu on la principal característica és que es fan intervencions en situacions naturals, on és impossible assignar a l'atzar als participants del

grup experimental i del grup control (Montero & León, 2005). Dins d'aquest tipus de disseny existeixen diferents variants, i en aquest cas s'ha optat pel **disseny amb grup control no equivalent pre i post test**.

Aquest disseny busca establir relacions de causa-efecte entre la variable independent i les variables dependents. Es defineix com un estudi de contrastació d'hipòtesis, on es suposa que existeix una relació de causalitat entre les variables. L'existència o no d'aquesta relació es posarà a prova manipulant la 'causa' (variable independent) per analitzar si provoca uns 'efectes' en les variables dependents. És un disseny simple, perquè hi ha una única variable independent (la introducció de l'estació de mesura), però multivariat perquè hi ha dues variables dependents (coneixement dels ODS i nivell de consciència ambiental).

Els possibles efectes de causalitat s'analitzen per la comparació dels resultats obtinguts en el *pre-test* amb els del *post-test* (que han d'estar conformats per un qüestionari idèntic), tan en el grup experimental com en el grup control. En aquest treball hi ha **dues variables dependents** i es van realitzar 2 *pre-tests* i 2 *post-tests*, relacionats cadascun amb cadascuna de les variables dependents.

La mostra estava formada per 57 alumnes de 3er d'ESO, d'edats compreses entre els 14 i els 15 anys. El grup experimental constava de 28 alumnes de la classe de 3er D, del qual el 39,3% eren noies. El grup control estava format per 29 alumnes de la classe de 3er E, del qual el 44,8% eren noies.

Es van utilitzar dos qüestionaris validats per als *pre-tests* i els *post-tests*: un per a mesurar el grau de coneixement sobre els ODS, i un altre per a mesurar el nivell de consciència ambiental entre l'alumnat. Aquests es concreten amb detall a l'apartat dedicat als instruments de recollida de dades.

Abans dels *pre-tests* se'ls va demanar als alumnes que contestessin amb total sinceritat. S'esperava que la motivació per a complimentar els **qüestionaris de manera anònima** contribuís a tenir una idea més clara de les opinions reals dels estudiants (Morales Vallejo, 2011).

A banda de les preguntes que conformaven els diferents blocs d'estudi, l'alumnat va marcar el gènere amb el que s'identificava entre tres categories de resposta: femení, masculí o altres.

Un cop es van passar els qüestionaris es va iniciar la **intervenció al grup experimental**. Es va dissenyar una situació d'aprenentatge al voltant de **l'estació programable de mesura de la qualitat de l'aire** ([Annex 2](#)) Aquesta seqüència didàctica va consistir en 10 sessions dutes a terme entre els mesos de gener i març de 2024. Les activitats estaven estructurades en blocs i incloïen les temàtiques de la contaminació de l'aire i el benestar a l'aula en el marc dels ODS, el muntatge i la programació, la mesura, i la recopilació dels aprenentatges en un producte final ([Annex 3](#) i [Annex 10](#)).

Les activitats de programació al grup experimental es van dur a terme mitjançant les plaques Keystudio Uno i ESP32 Stem makers ([Annex 1](#)), ambdues basades en la tecnologia Arduino i compatibles amb el software de programació Arduinoblocks (2024).

Mentrestant, el grup control va continuar treballant la programació amb la tecnologia Arduino, concretament amb la placa escut Imagina TDR Steam, que conté nombrosos sensors i actuadors. Les activitats no estaven contextualitzades en una problemàtica concreta i l'alumnat realitzava exercicis independents de programació. Durant les classes del grup control es seguia un manual de reptes amb Arduinoblocks (Hernández García, 2021). El grup experimental també havia realitzat part d'aquests reptes amb la placa Imagina TDR Steam durant el temps anterior a la intervenció.

Tot l'alumnat estava treballant en el marc del nou currículum i havia realitzat activitats d'EpDS prèviament a la intervenció, tal i com preveu la nova normativa (Gavari-Starkie et al., 2021; Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació, 2022; Núñez-Sánchez & Valente, 2023). La recerca pretenia comprovar si l'EpDS es podia treballar de manera efectiva amb un repte contextualitzat en la mesura de la qualitat de l'aire a l'aula de Tecnologia i Digitalització.

Quan va acabar la seqüència didàctica es tornaren a passar els qüestionaris als 2 grups per tal de recollir els resultats que permetessin contrastar les hipòtesis.

4. Intervenció educativa

La situació d'aprenentatge ***És saludable l'aire de la nostra aula*** parteix d'un context proper i rellevant per als estudiants, com és el de la qualitat de l'aire a la seva aula. Està dissenyada entorn l'estació de mesura de la qualitat de l'aire, un recurs tecnològic compatible amb l'entorn de desenvolupament Arduino que consta d'una estació de mesura i d'un kit de pràctiques. La descripció, els materials i les connexions necessàries es mostren a [l'Annex 1](#).

A través de les 10 sessions de la seqüència didàctica, l'alumnat treballa les competències específiques de la matèria i les transversals des d'una perspectiva del desenvolupament sostenible. La situació d'aprenentatge completa es pot consultar a [l'Annex 2](#).

El objectius d'aprenentatge inclouen l'augment de la consciència ambiental, l'aplicació dels coneixements sobre programació i electrònica en un projecte rellevant, i la síntesi i comunicació de les troballes a la resta de companys.

Les activitats inicials consten dels qüestionaris sobre coneixement dels ODS i nivell de consciència ambiental, i d'una pluja d'idees sobre qualitat de l'aire. Les activitats de desenvolupament comencen amb la presentació dels paràmetres que conformen la qualitat de l'aire i una breu introducció als ODS. Segueixen les activitats de programació i muntatge de l'estació de mesura, i les sessions dedicades a les proves de mesura i interpretació de les mateixes. L'activitat d'estructuració consta d'una sessió de recapitulació. Les activitats finals impliquen la creació d'infografies sobre els paràmetres que conformen la qualitat de l'aire, la seva importància i la manera de mesurar-la amb la tecnologia disponible a l'aula.

Els materials necessaris són els kits de mesura ([Annex 1](#)), ordinadors, material audiovisual, i una presentació sobre la qualitat de l'aire i la seva relació amb els ODS. Hi ha activitats grupals i d'altres individuals.

Existeix una avaluació a l'aula que serveix per a posar una nota de la situació d'aprenentatge. Es realitza mitjançant les rúbriques incloses en les activitats descrites a [l'Annex 3](#). A més, hi ha uns instruments específics de recollida de dades que són la base de la recerca d'aquest TFM ([Annex 4](#) i [Annex 5](#)).

5. Mètode

Per tal de comprovar si la introducció de l'estació de mesura de la qualitat de l'aire a la classe de Tecnologia i Digitalització millorava la consciència ambiental i el coneixement sobre els ODS, es va dur a terme una recerca educativa entre l'alumnat de 3er d'ESO. A continuació es descriu la metodologia utilitzada.

5.1 Participants

Els participants han estat 57 alumnes d'edats compreses entre els 14 i els 15 anys. El 57,9% són nois i el 42,1% noies. L'alumnat és força heterogeni, ja que el centre és l'únic institut

públic del poble i acull alumnes de diferent origen, estatus social i capacitat cognitiva. La coordinadora pedagògica de l'institut valora que el perfil de renda majoritari de les famílies dels alumnes és mitjà-baix.

La forma de reclutar els participants ha estat mitjançant els grups naturals que estaven prèviament formats al centre. Hi ha 28 alumnes al grup experimental (3er ESO D) i 29 al grup control (3er ESO E).

Els participants coneixen l'entorn de programació Arduinobloks. Han estat treballant amb la placa Imagina TDR Steam que consta de diversos sensors i actuadors, i amb el manual elaborat per Hernández García (2021).

Cal remarcar que tots els estudiants, ja siguin del grup experimental o del grup de control, han realitzat prèviament a la intervenció activitats relacionades amb l'EpDS. D'acord amb el nou currículum educatiu, aquestes activitats s'han de dur a terme tan en la matèria de Tecnologia i Digitalització com en d'altres assignatures (Gavari-Starkie et al., 2021; Generalitat de Catalunya, 2022; Núñez-Sánchez & Valente, 2023).

5.2 Variables

La variable independent (VI) consisteix en la introducció **d'un nou recurs a l'aula: l'estació de mesura de la qualitat de l'aire**, la qual és una variable qualitativa nominal. En l'estudi hi ha dues variables dependents: **la variable dependent 1 (VD1) és el grau de coneixement auto-reportat sobre els ODS, mentre que la variable dependent 2 (VD2) és el nivell de consciència ambiental entre l'alumnat**. Totes dues variables dependents són quantitatives d'interval. Els ítems de cada qüestionari estan dissenyats per a mesurar una dimensió concreta a través d'una escala Likert (Boone & Boone, 2012).

En relació amb les variables estranyes, és essencial tenir present la influència que el context familiar dels participants pot tenir en el desenvolupament d'una consciència ambiental més profunda (Aminrad et al., 2013). També cal contemplar les situacions d'aprenentatge que hagin pogut desenvolupar altres professors durant el temps que ha durat la intervenció.

Amb l'objectiu de comprovar si la variable independent té alguna influència en les variables dependents, s'ha dut a terme un **disseny quasi experimental amb grup control no equivalent pre i post test**. En aquest treball hi ha dues variables dependents i s'han realitzat 2 *pre-tests* i 2 *post-tests*, relacionats cadascun amb cadascuna de les variables dependents.

5.3 Instruments de recollida de dades

Els instruments de recollida de dades conformen els *pre i els post test*. El primer qüestionari correspon a la dimensió relacionada amb el **coneixement auto reportat dels ODS** entre l'alumnat ([Annex 4](#)). Consta de 4 preguntes que es contesten mitjançant una escala Likert que va de l'1 (gens informat) al 5 (molt informat). Aquest bloc de preguntes ha estat utilitzat i validat en un estudi previ realitzat amb adolescents per part d'autors reconeguts (Yuan et al., 2021), i ha obtingut un alfa de Cronbach de 0,95.

El segon qüestionari mesura el **grau de consciència ambiental en el marc del desenvolupament sostenible** i consta de 15 afirmacions relacionades amb les actituds, les pràctiques i els valors ([Annex 5](#)). Es contesta mitjançant una escala Likert que va de l'1 (totalment en desacord amb l'afirmació) al 5 (totalment d'acord). Aquest qüestionari ha estat utilitzat pels seus autors (Hassan et al., 2010) i degudament validat, obtenint un alfa de Cronbach de 0,81.

Aquest segon qüestionari permet obtenir un valor total de consciència ambiental, però també permet mesurar per separat les diferents categories que conformen la consciència ambiental.: pràctiques, valors i actituds.

5.4 Procediment

L'estudi es va dur a terme entre els mesos de gener i març de 2024. La declaració responsable d'aspectes ètics del TFM va ser signada i enviada al comitè d'ètica de la URV ([Annex 6](#)). Els qüestionaris eren totalment anònims. Les respostes dels participants no es podien relacionar en cap cas amb les persones involucrades. Abans de començar la intervenció, els alumnes del grup experimental i els del grup control van ser degudament informats sobre la recerca que es duria a terme a l'aula.

Durant el mes de gener van respondre els dos qüestionaris que conformaven els *pre-tests*. Durant els mesos de febrer i març es va dur a terme la intervenció al grup experimental. L'actuació va consistir en una situació d'aprenentatge de 10 sessions dissenyada al voltant del recurs de l'estació de mesura de la qualitat de l'aire ([Annex2](#)). En aquesta seqüència didàctica, les activitats relacionades amb la tecnologia Arduino estaven encaminades a programar l'estació en els diferents paràmetres que conformen la qualitat de l'aire: CO2, temperatura, soroll, humitat i lluminositat.

Això va facilitar l'exploració dels ODS i la problemàtica de la contaminació atmosfèrica, situant les accions en un context rellevant

Al grup control es va treballar també la tecnologia Arduino, però les actuacions no estaven centrades en la mesura de la qualitat de l'aire, sinó que es van dur a terme reptes independents, com s'ha vingut fent fins ara a l'institut: mesura de la temperatura, programar un semàfor, programar un sensor de soroll, entre d'altres.

Durant el mes de març es van passar els dos qüestionaris (*post-tests*). Les hipòtesis esperaven que **el treball contextualitzat en una problemàtica concreta** (la qualitat de l'aire a l'aula) permetés treballar de manera efectiva els aspectes relacionats amb la sostenibilitat de les competències específiques i transversals.

5.5 Metodologia usada per a l'anàlisi de dades

Per a l'anàlisi de dades es va utilitzar el **programari JASP** (JASP Team, 2024). Primer es van analitzar els estadístics descriptius. Per a les variables qualitatives "grup" i "gènere" es van analitzar les freqüències i els percentatges. Per a les variables quantitatives (les dependents), les mitjanes aritmètiques i les desviacions típiques.

Per a contrastar les hipòtesis i comprovar si efectivament la variable independent creava un efecte en la variable dependent es va dur a terme **una T-de Student per a mostres independents** amb els resultats de cada grup. Per a poder fer servir aquest instrument, s'ha de garantir l'equivalència dels grups, i el programa ho comprova mitjançant l'anàlisi de les variàncies dels dos grups.

A més de comparar els dos grups, també es va realitzar una anàlisi intra-grup, estudiant per a cada classe si els resultats del *pre-test* i els del *post-test* mostraven diferències significatives. En aquest cas, **es va realitzar a cada grup una T de Student per a mostres relacionades**, comparant els resultats del *pre i post test* intra-grup. Aquest anàlisi es va dur a terme per a poder descartar altres factors que poguessin influir en els resultats, i comprovar si el grup control millorava menys (com es descriu a les hipòtesis), en comparació amb el grup experimental. Aquest procediment es va realitzar amb cadascuna de les variables dependents.

A més, el qüestionari de consciència ambiental tenia l'opció d'analitzar les categories de pràctiques, actituds i valors. Per tal de comprovar si l'alumnat millorava en les tres categories,

es van agrupar els ítems segons les recomanacions dels autors del qüestionari (Hassan et al., 2010). Per a cada categoria de consciència ambiental es dugueren a terme les anàlisis T de Student per a mostres independents i per a mostres relacionades (intra-grup).

6. Resultats

A continuació es mostren els resultats de l'anàlisi de les dades. El grup 0 és el grup control, on no s'ha dut a terme la introducció del nou recurs, mentre que el grup 1 és l'experimental, on s'ha realitzat la intervenció.

Les següents taules (Taula 2 i 3) mostren les freqüències d'ambdós grups pel que fa al nombre de participants i al sexe dels mateixos. Hi ha 28 participants al grup experimental i 29 al grup control. Pel que fa al sexe, hi ha un 42,1 % de noies (categoritzat amb un zero) i un 57,9 % de nois.

TAULA 2
Freqüències en el nombre de participants per grups

Grup	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	29	50.877	50.877	50.877
1	28	49.123	49.123	100.000
Missing	0	0.000		
Total	57	100.000		

TAULA 3
Freqüències per sexe

Sexe	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	24	42.105	42.105	42.105
1	33	57.895	57.895	100.000
Missing	0	0.000		
Total	57	100.000		

Si analitzem les freqüències per sexe dins de cada grup, els resultats varien lleugerament. En el grup experimental hi ha un 60,7 % de nois, mentre que en el grup control trobem un 55,2% (Figures 1 i 2).

FIGURA 1
Freqüències per sexe en el grup control

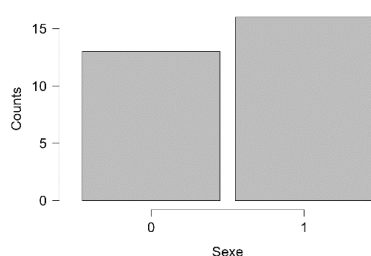
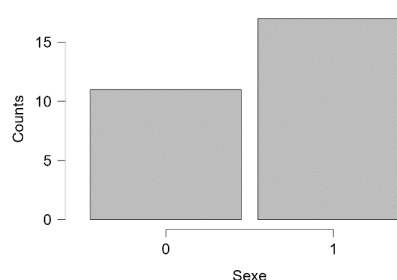


FIGURA 2
Freqüències per sexe en el grup experimental



6.1 Resultats per a la hipòtesi 1. Grau de coneixement dels ODS

El grau de coneixement sobre els ODS es trobava en 2,017 i 1,857 de mitjana en el *pre-test* del grup control i del grup experimental respectivament. En una escala Likert de l'1 al 5, ambdós valors es trobarien propers al 2, el que es correspon amb l'ítem "poc informat". Els resultats en el *post-test* mostren que mentre el grup control continua de mitjana en la categoria de "poc informat", el grup experimental escala fins a una puntuació de 3,491 (Taula 4), la que es trobaria entre l'ítem "ni informat ni desinformat" i el de "bastant informat". Els resultats de les mitjanes individuals es poden consultar a [l'Annex 7](#).

TAULA 4

Estadístics descriptius del *pre-test* i del *post-test* en relació al qüestionari 1 (coneixement sobre els ODS)

	Pre-test		Post-test	
	0	1	0	1
Valid	29	28	29	28
Mean	2.017	1.857	2.198	3.491
Std. Deviation	0.930	0.801	0.985	0.792

Per tal de rebutjar o confirmar la hipòtesi 1 "Els estudiants del grup experimental augmenten el grau de coneixement sobre els ODS en relació als del grup control" es va realitzar una T-de Student per a mostres independents entre els resultats dels dos grups. Abans calia verificar que els dos grups presentaven homogeneïtat de la variància, un dels supòsits de la T-de Student. Es va realitzar una anàlisi de Levene que va permetre confirmar aquest supòsit (Taula 5). L'anàlisi T de Student per a mostres independents va mostrar que, així com no existien diferències significatives entre els resultats del *pre-test* dels dos grups ($p > 0,05$), sí que existien entre les puntuacions del *post-test* (veure Taula 6 i Figura 3).

Taula 5

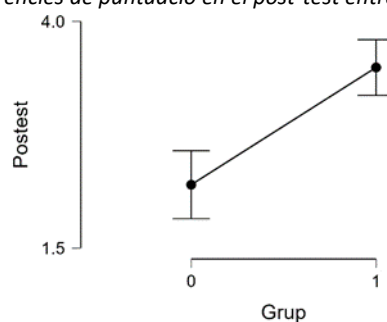
Prova de Levene d'igualtat de les variàncies

Test of Equality of Variances (Levene's)

	F	df ₁	df ₂	p
Pretest	1.080	1	55	0.303
Posttest	2.951	1	55	0.091

FIGURA 1

Diferències de puntuació en el *post-test* entre els dos grups



Taula 6

Diferències entre el grup control i el grup experimental

Independent Samples T-Test

	t	df	P
Pretest	0.695	55	0.490
Posttest	-5.449	55	< .001

Adicionalment, es van realitzar anàlisis T de Student per a mostres relacionades entre les puntuacions mitjanes del pretest i del post-test de cada grup. Els resultats mostren diferències significatives ($p < 0,05$) entre el *pre* i el *post-test* al grup experimental, però no en el grup control (veure Taula 7 i Taula 8).

TAULA 7

Diferències entre el pre i el post-test

Grup control

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Pretest	- Posttest	-1.733	28	0.094

Note. Student's t-test.

TAULA 8

Diferències entre el pre i el post-test

Grup experimental

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Pretest	- Posttest	-7.574	27	< .001

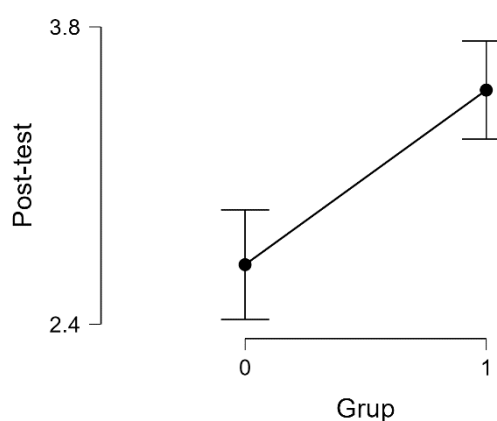
Note. Student's t-test.

6.2 Resultats per a la hipòtesi 2. Nivell de consciència ambiental en el concepte de desenvolupament sostenible

Els indicadors de nivell proposats pels autors dels qüestionari sobre consciència ambiental són els següents: nivell baix (1,00-2,33), nivell mitjà (2,34-3,66) i nivell alt (3,67-5,00) (Hassan et al., 2010). El nivell de consciència ambiental era mitjà tant en el *pre-test* com en el *post-test* en ambdós grups. Tot i així, el grup experimental va mostrar un augment de la puntuació del 2,669 fins al 3,502 (veure Taula 9), mentre que el grup control va reportar una puntuació mitjana de 2,664 en el pretest, i de 2,680 en el post-test. Els resultats de les mitjanes individuals es troben a [l'Annex 8](#).

TAULA 9*Estadístics descriptius per al qüestionari 2*

	Pretest		Post-test	
	0	1	0	1
Valid	29	28	29	28
Mean	2.664	2.669	2.680	3.502
Std. Deviation	0.682	0.805	0.677	0.596

FIGURA 2*Resultats del post-test en els dos grups*

Per tal de comprovar si les diferències en el *post-test* (Figura 4) eren estadísticament significatives es va dur a terme una T de Student per a mostres independents entre els dos grups. També es va confirmar que es complia el supòsit d'homogeneïtat de les variàncies mitjançant el test de Levene (Taules 10 i 11).

L'anàlisi de la T de Student per a mostres independents va confirmar que les diferències entre el *pre-test* dels dos grups no eren estadísticament significatives ($p > 0,05$), mentre que sí que ho van ser les diferències en el *post-test* ($p < 0,05$).

TAULA 10*Anàlisi de Levene***Test of Equality of Variances (Levene's)**

	F	df ₁	df ₂	p
Pretest	0.057	1	55	0.812
Post-test	1.696	1	55	0.198

TAULA 11*Diferències entre els dos grups (nivell consciència ambiental)***Independent Samples T-Test**

	t	df	p
Pretest	-0.024	55	0.981
Post-test	-4.860	55	< .001

Note. Student's t-test.

Pel que fa als resultats de les T de Student per a mostres relacionades dutes a terme en cadascun dels grups, es va comprovar que les diferències entre el *pre* i el *post-test* del grup control no eren estadísticament significatives ($p > 0,05$). D'altra banda, l'anàlisi en el grup

experimental va mostrar que hi havia una diferència significativa en el nivell de consciència ambiental abans i després de la intervenció (Taules 12 i 13).

TAULA 12

Diferències intra-grup (consciència ambiental)

Grup control

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Pretest	- Post-test	-0.106	28	0.916

Note. Student's t-test.

TAULA 13

Diferències intra-grup (consciència ambiental)

Grup experimental

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p
Pretest	- Post-test	-4.636	27	< .001

Note. Student's t-test.

6.3 Resultats per a la hipòtesi 3. Nivell de consciència ambiental en les categories de pràctiques, actituds i valors

El qüestionari de consciència ambiental constava de 15 preguntes. Els autors proposaven 3 categories de consciència ambiental que es formaven agrupant els ítems tal i com es mostra a la Taula 14.

TAULA 14

Categories de consciència ambiental

Categories de consciència ambiental	Ítems/preguntes del qüestionari
Consciència sobre pràctiques de sostenibilitat	3,9,10,13,14
Consciència sobre actituds vers la sostenibilitat	1,6,7,8,11,12
Consciència sobre valors vers la sostenibilitat	2,4,5,15

Nota: Elaboració pròpia a partir de les indicacions dels autors del qüestionari (Hassan et al., 2010)

Es van agrupar els resultats en aquestes categories tant en el *pre-test* com en el *post-test* per ambdós grups. Els resultats de les puntuacions mitjanes i les desviacions típiques es mostren a la Taula 15.

Els indicadors de nivell que es corresponen amb l'escala Likert son: nivell baix (1,00-2,33), nivell mitjà (2,34-3,66) i nivell alt de consciència ambiental (3,67-5,00).

TAULA 15

Mitjanes i desviacions típiques per a cada categoria de consciència ambiental

Categories	Grup control				Grup experimental			
	Pre-test		Post-test		Pre-test		Post-test	
	Mitjana	Desviació típica	Mitjana	Desviació típica	Mitjana	Desviació típica	Mitjana	Desviació típica
Pràctiques	2,214	0.590	2,200	0,707	2,057	0,854	2,764	0,930
Actituds	2,810	0,737	2.805	0.753	2,833	0,898	3.774	0.763
Valors	3.009	1.021	3.095	0.900	3.188	0.899	4.018	0.897

Els estudiants d’ambdós grups van mostrar un nivell de consciència ambiental mitjà en cadascuna de les categories en el *pre-test*. Pel que fa al *post-test*, l’alumnat del grup experimental va augmentar les seves puntuacions en totes les categories. En la categoria “pràctiques” va continuar tenint un nivell de consciència mitjà, però notablement superior al que mostrava en el *pre-test* (Taula 15). En la categoria “actituds” va passar de tenir un nivell mitjà a un nivell alt de consciència (3,774). Finalment, en la categoria “valors” va evolucionar d’un nivell mitjà (3,095) a un d’alt (4,018). Les figures 5, 6 i 7 mostren els canvis que es van experimentar en el grup experimental pel que fa a les pràctiques, les actituds i els valors reportats al *pre-test* i al *post-test*.

Els resultats de les mitjanes individuals per a cada categoria es troben a [l’Annex 9](#).

FIGURA 3

FIGURA 4

Canvis en el grup experimental pel que fa a les pràctiques

Canvis en el grup experimental pel que fa a les actituds

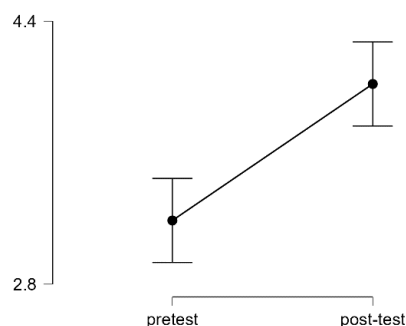
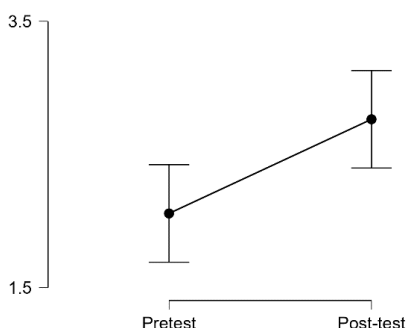
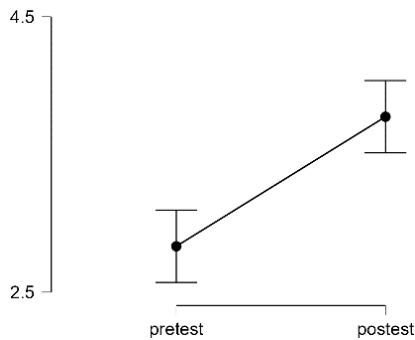


FIGURA 5*Diferències de puntuacions en els valors*

Per a cada una de les categories, es va realitzar una T d Student per a mostres independents entre els dos grups, i una T d Student per a mostres relacionades per a cada grup. Els resultats d'aquestes anàlisis estadístiques es mostren a la Taula 16.

TAULA 16*Resultats T de Student per a cada categoria*

Anàlisi	Significància (valor de p)	Pràctiques	Actituds	Valors
T-Test per a mostres independents Grup control/Grup experimental	Pre-test	0,422	0,916	0,486
	Post-test	0,012	<0,001	<0,001
T-Test per a mostres relacionades Grup control	Pre-test/ Post-test	0.934	0.972	0.699
T-Test per a mostres relacionades Grup experimental	Pre-test/Post-test	0,009	<0,001	<0,001

Les anàlisis van mostrar que les diferències entre el *post-test* dels dos grups eren estadísticament significatives en les tres categories de consciència ambiental ($p < 0,05$). Així mateix, les diferències en el *pre-test* no eren significatives per a ninguna de les categories ($p > 0,05$).

Pel que fa a les diferències trobades entre els resultats del qüestionari abans de la intervenció i els resultats post intervenció en cada grup es va trobar que:

- Les diferències al grup control no eren estadísticament significatives en cap de les categories de consciència ambiental ($p > 0,05$ en tots els casos).

-Les diferències al grup experimental entre els resultats pre i post intervenció eren estadísticament significatives en totes de les categories ($p < 0,05$ en tots els casos).

7. Discussió

L'objectiu general d'aquest treball era comprovar si la introducció de l'estació de mesura de la qualitat de l'aire a l'aula augmentava el grau de coneixement sobre els ODS i el nivell de consciència ambiental de l'alumnat de 3er ESO de la classe de Tecnologia i Digitalització.

Es van plantejar 3 objectius específics i una hipòtesi per a cadascun d'ells. A continuació es discutiran els resultats principals per a cadascuna de les hipòtesis:

7.1 Hipòtesi 1

Els resultats han mostrat com després de la situació d'aprenentatge dissenyada entorn el nou recurs, els estudiants del grup experimental han assolit un nivell de coneixement més alt que el que tenien, i més alt que el que ha assolit el grup control. Aquesta troballa recolza les propostes d'un estudi recent (Calvo et al., 2023), on es considerava que la mesura de la qualitat de l'aire mitjançant sistemes de sensors i actuadors permetia augmentar els coneixements dels estudiants sobre els ODS.

Les dades avalen les directrius sobre els ODS incloses en el nou currículum d'educació. L'assignatura de Tecnologia i Digitalització i el seu enfocament transversal permet treballar exitosament els aprenentatges sobre el desenvolupament sostenible (Generalitat de Catalunya, 2022).

Els resultats demostren com la introducció de l'estació de mesura de la qualitat de l'aire ha permès als estudiants comprendre com es poden assolir els ODS a través de la tecnologia. Aquests resultats concorden amb els mostrats per Tabuenca et al. (2020).

Les troballes mostren que l'alumnat té una informació més precisa dels ODS quan aquests es treballen en l'educació formal, com ja apuntava l'estudi sobre desenvolupament sostenible de Yuan et al. (2021).

7.2 Hipòtesi 2

La consciència ambiental és un instrument clau per a l'assoliment del desenvolupament sostenible (Ramos Seminario, 2022). Els resultats de la present recerca han mostrat com després de la introducció del nou recurs els estudiants han millorat el seu nivell global de

consciència ambiental. Diversos estudis revisats conclouïen que la introducció de sistemes de monitorització de la qualitat de l'aire té un efecte en l'augment de la consciència ambiental de l'alumnat (Grossberndt et al., 2021; Tabuenca et al., 2020, 2023). El present treball aporta noves evidències per aquestes afirmacions.

La recerca de Calvo (2023) ja assenyalava els beneficis de la tecnologia Arduino en la conscienciació ambiental. Els resultats mostrats en aquest treball avalen les seves tesis.

7.3 Hipòtesi 3

Pel que fa a les diferents dimensions de la consciència ambiental, les dades revelen que els estudiants del grup experimental han experimentat un augment en les puntuacions de les pràctiques, els valors i les actituds del *post-test* en comparació amb els del *pre-test*. Aquests resultats van en la línia d'altres estudis previs en projectes de mesura de la qualitat de l'aire (Grossberndt et al., 2021; Tabuenca et al., 2020, 2023).

Les troballes es relacionen amb les que es van mostrar en un estudi previ on es conclouïa que la inclusió de l'educació per la sostenibilitat en els contextos escolars té un efecte positiu en les actituds vers el desenvolupament sostenible (Olsson et al., 2022).

Les puntuacions obtingudes en el *post-test* del grup experimental mostren com les situacions d'aprenentatge connectades amb la realitat permeten a l'alumnat reflexionar, col·laborar i actuar per la sostenibilitat (Generalitat de Catalunya, 2022).

7.4 Implicacions teòriques i pràctiques dels resultats

A nivell teòric, els resultats reforcen a la idea que la tecnologia pot fer una valuosa contribució a la sostenibilitat. La matèria de Tecnologia i Digitalització permet treballar continguts que donen especial rellevància al desenvolupament sostenible (Generalitat de Catalunya, 2022).

El treball s'emmarca en l'impuls que està rebent l'EpDS en el marc de l'Agenda 2030 i el nou currículum, i va en la línia de treballar els ODS de manera multidisciplinària, superant l'ensenyança tradicional que compartimentava el coneixement (Leicht et al., 2018). Els ODS haurien d'integrar-se en qualsevol procés d'aprenentatge (UNESCO,2020) i els resultats del present estudi avalen amb dades aquesta recomanació.

Des del punt de vista pràctic, la recerca mostra un exemple concret de situació d'aprenentatge entorn la tecnologia Arduino i els ODS, que pot servir com a font d'inspiració per altres propostes didàctiques. A més, els resultats poden animar a altres professionals a

utilitzar els microcontroladors i les múltiples possibilitats que ofereixen per augmentar la consciència ambiental en les seves classes als instituts.

7.5 Limitacions de l'estudi

L'estudi ha estat limitat en el temps i en el nombre de participants. Les estacions de mesura de la qualitat de l'aire s'han incorporat enguany a l'institut a meitat de curs.

El recurs s'ha implementat només a l'assignatura de Tecnologia i Digitalització però el seu potencial és enorme pel que fa a protagonitzar projectes interdisciplinaris, que incloguin professorat d'altres departaments com els de biologia i matemàtiques.

El qüestionari sobre consciència ambiental es va recuperar de la literatura científica i no era totalment específic per a aquest estudi. Durant l'elaboració d'aquest treball no s'ha disposat de temps ni mitjans per a realitzar i validar un instrument concret per a la mesura de la consciència ambiental en el marc de la qualitat de l'aire.

El present treball es merament quantitatiu. Aquesta condició podria fer que es perdés informació valuosa de caire més qualitatiu relacionada amb l'increment del coneixement dels ODS i el nivell de consciència ambiental.

7.6 Futures línies d'investigació i recomanacions

A partir dels resultats d'aquest estudi es poden iniciar d'altres que incloguin una mostra més elevada i que permetin fer els resultats més generalitzables.

Un estudi qualitatiu podria aportar noves evidències a partir de l'anàlisi del procés i dels productes finals dels estudiants ([Annex 10](#)).

Tot i que es va incloure el gènere dels participants en els qüestionaris, finalment no es van discriminar les anàlisis en relació amb aquesta variable. Estudis posteriors podrien comprovar si existeixen diferències en la conscienciació vers el desenvolupament sostenible pel que fa al gènere dels participants. Així mateix, seria recomanable realitzar la validació d'un qüestionari específic sobre consciència ambiental en el marc de la qualitat de l'aire. Això podria revelar resultats encara més positius en els nivells de consciència ambiental.

La recerca avala el treball interdisciplinari i les recomanacions anirien en aquesta línia. Es podrien realitzar estudis posteriors per comprovar si el treball amb el recurs mitjançant diversos departaments augmenta encara més la consciència ambiental i el grau de

coneixement dels ODS entre l'alumnat. A més, el recurs té potencial per a tractar molts sabers de diferents matèries i seria viable realitzar situacions d'aprenentatge més llargues de la que s'ha fet en aquest estudi. També es recomana realitzar qüestionaris al professorat i estudiar quin impacte té el recurs en la seva perspectiva vers el desenvolupament sostenible.

Pel que fa a l'avaluació, en aquest estudi només s'ha estudiat com ha afectat el recurs al grau de coneixement sobre els ODS i al nivell de consciència ambiental. Es suggereix realitzar estudis posteriors per tal de comprovar si la introducció d'aquesta seqüència didàctica contextualitzada millora també la competència digital i les competències del currículum relacionades amb la programació.

8. Conclusions

Els resultats d'aquest estudi em permeten concloure que:

- 8.1 La introducció de l'estació de mesura a l'aula contribueix a l'augment del nivell de consciència ambiental i a l'increment del coneixement dels ODS entre l'alumnat de la matèria de Tecnologia i Digitalització de 3er d'ESO.
- 8.2 Els aprenentatges basats en contextos propers i rellevants per a l'alumnat permeten treballar l'EpDS d'una manera exitosa, cosa que ja apuntaven diversos estudis previs recents (Calvo et al., 2023; Korsager & Scheie, 2019; Pla & Valverde, 2023).
- 8.3 L'estudi de la salut i el benestar a l'aula (mitjançant el concepte de la qualitat de l'aire) ofereix possibilitats per a l'educació multidisciplinària com s'ha mostrat en aquesta recerca. Ha permès treballar diversos ODS, les competències específiques i la consciència ambiental. Així mateix ha permès a l'alumnat adquirir les habilitats i els coneixements necessaris per a millorar les condicions en que té lloc l'aprenentatge.
- 8.4 Les tecnologies de baix cost i programari lliure com Arduino permeten entendre conceptes complexos, com pot ser el de la qualitat de l'aire, d'una manera pràctica i accessible. Aquests resultats coincideixen amb investigacions prèvies (Ari & Meço, 2021; Buj & Revuelta, 2020). Les dades recopilades en aquest treball mostren que son tecnologies adequades per a la introducció dels ODS a l'aula i pel foment de la consciència ambiental. La facilitat per adquirir microcontroladors a

baix cost, els marcs internacionals favorables al desenvolupament sostenible i el nou currículum educatiu, permeten desenvolupar situacions d'aprenentatge per a la sostenibilitat des de diferents disciplines. Les recomanacions van en la línia d'integrar l'estació de mesura en projectes interdisciplinaris, treballant des de diverses matèries en situacions d'aprenentatge més llargues.

- 8.5 Els resultats del present treball ofereixen noves evidències per a futures investigacions sobre la integració del sistema de control de la qualitat de l'aire en la promoció dels ODS a les aules. Així mateix, mostren les contribucions positives que les noves polítiques educatives proporcionen al foment del desenvolupament sostenible, oferint un marc propici per a treballar l'EpDS.
- 8.6 És crucial conscienciar els estudiants sobre la importància d'incorporar solucions tecnològiques que contribueixin als objectius de l'Agenda 2030. Només d'aquesta manera podrem assegurar que les futures aplicacions tecnològiques es dissenyin tenint en compte la perspectiva sostenible.
- 8.7 El Treball Final de Màster m'ha donat l'oportunitat de familiaritzar-me amb les tècniques d'investigació educativa. Així mateix, l'estada en un centre d'educació secundària m'ha proporcionat una visió directa de la realitat quotidiana dels estudiants i dels professionals de l'ensenyament, enllaçant la teoria amb la pràctica i permetent-me comprendre la complexitat dels processos educatius des d'una perspectiva global. Considero que, durant el procés d'elaboració d'aquest estudi, he avançat significativament en l'assoliment de les competències docents, integrant els coneixements teòrics i pràctics d'una manera coherent i profunda.

9. Referències

- Alonso-Sainz, T. (2021). Educación para el desarrollo sostenible: una visión crítica desde la Pedagogía. *Revista Complutense de Educación*, 32(2).
<https://doi.org/10.5209/rced.68338>
- Aminrad, Z., Sayed Zakariya, S. Z. B., Samad Hadi, A., & Sakari, M. (2013). Relationship between awareness, knowledge and attitudes towards environmental education among secondary school students in Malaysia. *World Applied Sciences Journal*, 22(9).
<https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.22.09.275>
- Arduinoblocks. (2024). Arduinoblocks [Computer Software]. <https://www.arduinoblocks.com>
- Arı, A. G., & Meço, G. (2021). A new application in biology education: Development and implementation of arduino-supported stem activities. *Biology*, 10(6).
<https://doi.org/10.3390/biology10060506>
- Boone, H. N., & Boone, D. A. (2012). Analyzing Likert data. *Journal of Extension*, 50(2).
<https://doi.org/10.34068/joe.50.02.48>
- Buj, M. S. A., & Revuelta, M. J. C. (2020). Use of sensors and automatic data collection equipment in the practical work of Physics and Chemistry of middle and high school: The Arduino platform. *Revista Eureka*, 18(1).
https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2021.V18.I1.1202
- Calvo, I., Armentia, A., Gil-Garcia, J. M., Apinaniz, E., & Barambones, O. (2023). Learning the ODS by means of an IEQ monitoring IoT system in campus. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2023-June*.
<https://doi.org/10.23919/CISTI58278.2023.10211505>
- Comissió Europea (2022). *Proposal for a Council Recommendation on learning for the green transition and sustainable development*.
<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9242-2022-INIT/en/pdf>
- Departament d'Educació. (2017). *Marc de la innovació pedagògica a Catalunya*. Generalitat de Catalunya.
https://xtec.gencat.cat/ca/innovacio/marc_innovacio_pedagogica/

Departament d'Educació. (2020). Pla d'educació digital de Catalunya. *Un pla per aprendre en un món digital*. Generalitat de Catalunya. <https://educacio.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/colleccions/plaeducacio-digital/pla-educacio-digital-catalunya/pla-educacio-digital.pdf>

Departament d'Educació. (2022). *Nous aprenentatges, nous espais: guia per als projectes de construcció i transformació de centres educatius públics*. Generalitat de Catalunya. <https://educacio.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/monografies/nous-aprenentatges-nous-espais/nous-aprenentatges-nous-espais.pdf>

Departament d'Educació. (2023, 16 de gener). ORDRE EDU/5/2023, de 16 de gener, per la qual s'aproven les bases que han de regir la convocatòria de subvencions del Departament d'Educació per a l'Impuls digital a l'educació en el marc del component 19 del Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència (PRTR), finançat per la Unió Europea - Next Generation EU. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, 8836. <https://dogc.gencat.cat/ca/document-del-dogc/?documentId=949412>

Domènech Casal, J. (2022). Reflexions i orientacions per al desplegament del nou currículum de ciències a l'ESO. *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.468>

EL Punt Avui. (2023, 30 d'agost). *Robolot Team formarà 425 docents catalans en el projecte "Qualitat de l'aire a les aules"*. <https://www.elpuntavui.cat/societat/article/16-educacio/2328447-robolot-team-formara-425-docents-catalans-en-el-projecte-qualitat-de-l-aire-a-les-aules.html>

Gavari-Starkie, E., Pastrana-Huguet, J., Navarro-González, I., & Espinosa-Gutiérrez, P. T. (2021). The inclusion of resilience as an element of the sustainable dimension in the LOMLOE curriculum in a European framework. *Sustainability (Switzerland)*, 13(24). <https://doi.org/10.3390/su132413714>

Generalitat de Catalunya. (2022). Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica. *Diari Oficial de La Generalitat de Catalunya*, 8762.

Grossberndt, S., Passani, A., Di Lisio, G., Janssen, A., & Castell, N. (2021). Transformative potential and learning outcomes of air quality citizen science projects in high schools using low-cost sensors. *Atmosphere*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/atmos12060736>

- Gunawan, T. S., Munir, Y. M. S., Kartiwi, M., & Mansor, H. (2018). Design and implementation of portable outdoor air quality measurement system using arduino. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 8(1). <https://doi.org/10.11591/ijece.v8i1.pp280-290>
- Hassan, A., Noordin, T. A., & Sulaiman, S. (2010). The status on the level of environmental awareness in the concept of sustainable development amongst secondary school students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2). <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.187>
- Hernández García, F. (2021). *Retos Imagina TDR STEAM y ArduinoBlocks* [Manual]. Educacyl. <https://www.educa.jcyl.es/crol/es/recursos-educativos/retos-programar.ficheros/1554071-Retos%20con%20Imagina%20TdR%20STEAM.pdf>
- Hernández, F (2020). De la innovació com a moda a una cultura de la innovació per a la transformació de la vida dels centres . Reptes de l'educació a Catalunya. Anuari 2020. *Polítiques*, 88, 403-430. Fundació Bofill. https://fundaciobofill.cat/uploads/docs/8/j/w/i7z-3_eec20_cap5fernandohernandez.pdf
- INS Els Alfacs. (s,f). *Estrategia digital de centre*. Consultat el 2 de gener de 2024. <https://agora.xtec.cat/iesalfacs/estrategia-digital-de-centre/>
- JASP Team. (2024). JASP (Version 0.18.3) [Computer Software]. <https://jasp-stats.org>
- Korsager, M., & Scheie, E. (2019). Students and education for sustainable development – what matters? A case study on students' sustainability consciousness derived from participating in an ESD project. *Acta Didactica Norge*, 13(2). <https://doi.org/10.5617/adno.6451>
- Leicht, A., Combes, B., Byun, W. J., & Agbedahin, A. V. (2018). From Agenda 21 to Target 4.7: the development of Education for Sustainable Development. In *Issues and trends in education for sustainable development*.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se Modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020. <https://bit.ly/3ra9Flr>

- Lorca, E. G., & Vallejos, R. M. (2021). *Transformar la educación para cambiar el mundo*. Región de Murcia, Consejería de Educación y Cultura, Secretaría General, Servicio de Publicaciones y Estadística.
https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/102901/1/Transformar%20la%20educaci_n%20para%20cambiar%20el%20mundo.%20I%20Jornadas%20Nacionales%20de%20Educaci_n%20para%20el%20Desarrollo%20y%20Objetivos%20de%20Desarrollo%20Sostenible.pdf
- Montero, I., & León, O. G. (2005). Sistema de clasificación del método en los informes de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5(1).
- Montiel, I., Mayoral, A. M., Pedreño, J. N., Maiques, S., & Santos, G. M. Dos. (2020). Linking sustainable development goals with thermal comfort and lighting conditions in educational environments. *Education Sciences*, 10(3).
<https://doi.org/10.3390/educsci10030065>
- Morales Vallejo, P. (2011). Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 9(6).
- Moreno, J. E., Rodríguez, L. M., & Favara, J. V. (2019). Conciencia ambiental en estudiantes universitarios. Un estudio de la jerarquización de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS). *Revista de Psicología*, 15.
- Munera, J. M., Jiménez, A., Botero, M. A., Rivas, K. Y., & López, J. (n.d.). La educación moderna al alcance de arduino Modern education within reach of arduino. *Educación*, 41(30), 2020. <https://www.revistaespacios.com>
- Murga-Menoyo, M. A. (2018). La Formación de la Ciudadanía en el Marco de la Agenda 2030 y la Justicia Ambiental. *Revista Internacional de Educación Para La Justicia Social (RIEJS)*, 7(1). <https://doi.org/10.15366/riejs2018.7.1.002>
- Norazman, N., Ani, A. I. C., Ja'afar, N. H., & Khoiry, M. A. (2018). Indoor lighting in classroom environment influences on students' learning performance. *Journal of Social Sciences Research*, 2018(SpecialIssue). <https://doi.org/10.32861/jssr.spi6.986.990>

- Núñez-Sánchez, S., & Valente, M. J. (2023). Sustainable Development Goals and Climate Change in Spanish Technology Disciplines' Curricula: From LOMCE to LOMLOE. *Sustainability (Switzerland)*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/su151310301>
- Olivares Sánchez, R. E., & Leyva Aguilar, N. A. (2023). Bases teóricas de la conciencia ambiental como estrategia para el desarrollo sostenible. *Revista Alfa*, 7(21). <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i21.242>
- Olsson, D., Gericke, N., & Boeve-de Pauw, J. (2022). The effectiveness of education for sustainable development revisited—a longitudinal study on secondary students' action competence for sustainability. *Environmental Education Research*, 28(3). <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2033170>
- ONU. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. In *Asamblea General*.
- Pérez, I. (2023). Arduino IDE. *Publicación Semestral*, 11(21).
- Pla, A. R., & Valverde, A. O. (2023). *Construyendo un mundo sostenible: ODS clave para el cambio..* Dykinson SL.
- Ramos Seminario, G. M. (2022). *La conciencia ambiental como factor fundamental para el desarrollo sostenible del planeta*. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86923>
- Sadrizadeh, S., Yao, R., Yuan, F., Awbi, H., Bahnfleth, W., Bi, Y., Cao, G., Croitoru, C., de Dear, R., Haghighat, F., Kumar, P., Malayeri, M., Nasiri, F., Ruud, M., Sadeghian, P., Wargocki, P., Xiong, J., Yu, W., & Li, B. (2022). Indoor air quality and health in schools: A critical review for developing the roadmap for the future school environment. *Journal of Building Engineering*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104908>
- Saiz, A. (2022). *La educación para el desarrollo sostenible en los currículos LOMLOE*. Ministerio de Educación y Formación Profesional. https://www.miteco.gob.es/ca/ceneam/grupos-de-trabajo-yseminarios/reeducamar/lomloe_alvaromefp_tcm34-549147.pdf
- Tabuenca, B., García-Alcántara, V., Gilarranz-Casado, C., & Barrado-Aguirre, S. (2020). Fostering environmental awareness with smart IoT planters in campuses. *Sensors (Switzerland)*, 20(8). <https://doi.org/10.3390/s20082227>

- Tabuenca, B., Moreno-Sancho, J. L., Arquero-Gallego, J., Greller, W., & Hernández-Leo, D. (2023). Generating an environmental awareness system for learning using IoT technology. *Internet of Things (Netherlands)*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100756>
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning Objectives*. UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf>
- UNESCO. (2018). Learning to transform the world: key competencies in education for sustainable development - UNESCO Digital Library. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development. A roadmap*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>.
- Wade, R., & Parker, J. (2010). *Diálogo para un Mundo Sostenible: EDUCACIÓN para Todos y Educación para el Desarrollo Sostenible*. UNESCO: París, Francia. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000178044_spa
- Wargocki, P., Porras-Salazar, J. A., & Contreras-Espinoza, S. (2019). The relationship between classroom temperature and children's performance in school. *Building and Environment*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.04.046>
- Wargocki, P., Porras-Salazar, J. A., Contreras-Espinoza, S., & Bahnfleth, W. (2020). The relationships between classroom air quality and children's performance in school. *Building and Environment*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106749>
- Wright, R. T. (2005). *Environmental science toward a sustainable future* (9th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Yamile González Sánchez, D., & Fernández Díaz, Y. (2014). Efectos de la contaminación sónica sobre la salud de estudiantes y docentes, en centros escolares Noise pollution in schools: its effect on the health of students and teachers. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3).
- Yuan, X., Yu, L., & Wu, H. (2021). Awareness of sustainable development goals among students from a chinese senior high school. *Education Sciences*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/educsci11090458>

10. Annexos

Annex 1 Estació de mesura i kit de pràctiques

L'Associació Robolot Team ha cedit diverses estacions de mesura i kits de pràctiques als centres participants a la seva formació.

El kit de pràctiques es pot utilitzar per a mesurar els paràmetres de lluminositat, soroll, temperatura i humitat. Té menys sensors i actuadors que l'estació i es pot utilitzar també per a practicar amb la programació abans de passar a l'estació de mesura.

L'estació disposa dels mateixos sensors que el kit i a més incorpora el sensor de CO2 i el d'altitud i pressió atmosfèrica. Pel que fa als actuadors, a més de les matrius i la tira de neopixel (que també es troben en el kit) trobem la pantalla Oled.

Ambdós dispositius inclouen un microcontrolador de Keyestudio, compatible amb l'entorn de programació ArduinoBlocs i un cable USB per a connectar la placa a l'ordinador. Arduino és una plataforma de hardware lliure, i és gràcies a aquesta característica que fabricants com Keyestudio han desenvolupat controladors similars, que s'apropen al disseny obert i permeten la creació de projectes i rèpliques amb facilitat i flexibilitat

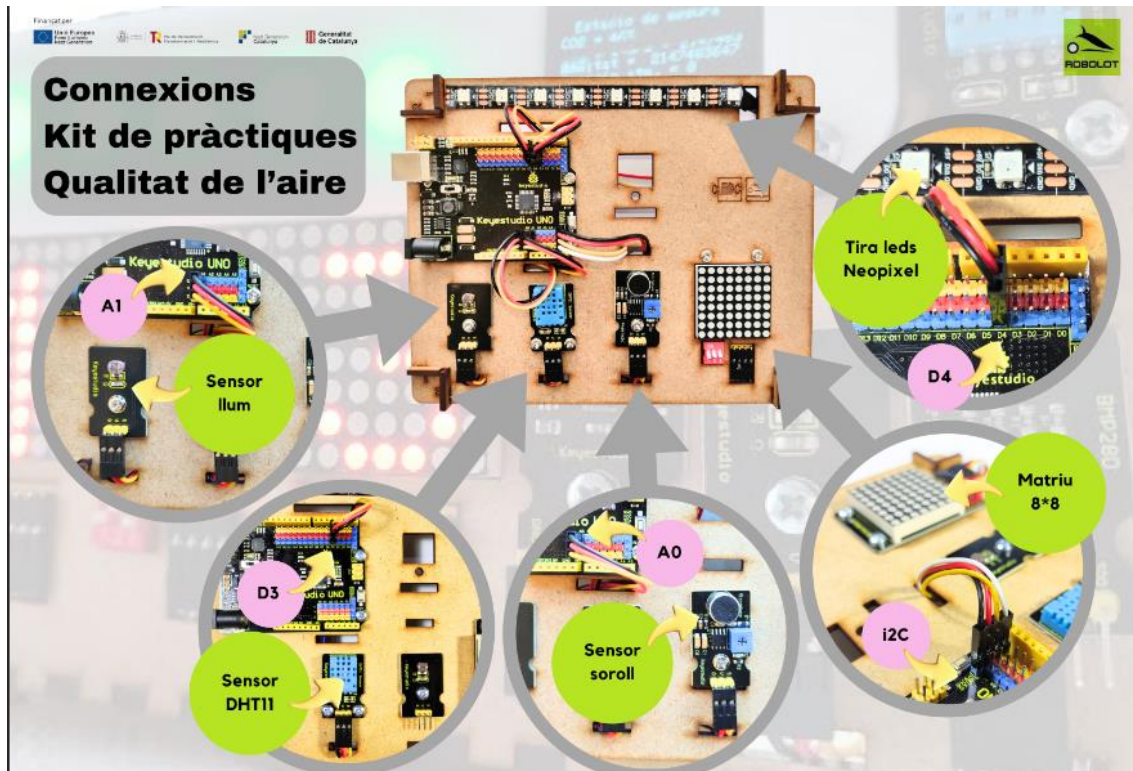
A continuació es detallen els materials, les connexions i el software necessari per a cada dispositiu:

Kit de pràctiques de mesura de la qualitat de l'aire

Materials

Base de fusta	-Sensor de llum (LDR)	- Matriu LEDS 8x8	Cable de 3 pins
Placa Keystudio Uno compatible amb l'entorn de programació Arduino	-Sensor de temperatura i humitat (DHT11)	Tira de Neopixel	Cables Dupont
Cable USB per connectar la placa a l'ordinador	-Sensor de so	-Cable de 4 pins	

Connexions



Software necessari:

-Entorn Arduinobloks. Crear un compte

-Drivers per al port USB:

Keyestudio UNO: ja els agafa per defecte, sinó cal instal·lar:

<https://electrocrea.com/blogs/tutoriales/como-instalar-driver-ch340-para-arduinos-genericos>

-Programa Connector. Dintre de la pàgina web d'Arduinoblocks hi ha l'enllaç per poder instal·lar el programa Connector.

Seqüència òptima:

1. Connectar la placa a l'ordinador amb el cable USB.
2. Obrir el programa Connector (icona a l'escriptori).
3. Obrir l'entorn de programació ArduinoBlocks al navegador.

Estació de mesura de la qualitat de l'aire

Materials

Sensor CO2 (CSS811)	Peces de fusta per al muntatge de la carcassa
Sensor temperatura i humitat (DHT11)	Placa ESP32 STEAMakers compatible amb el software d'ArduinoBlocs
Sensor baromètric: pressió, alçada i temperatura (BMP280)	Pantalla OLED
Tira de neopixels (8 leds RGB)	Sensor de llum (LDR)
Cables de 3 i 4 pins	Sensor de soroll
Cables Dupont	Matriu de LEDS 8x8 (4)
Cargols i femelles	Sensor CO2 (CSS811)
Sensor baromètric: pressió, alçada i temperatura (BMP280)	Sensor temperatura i humitat (DHT11)
Tira de neopixels (8 leds RGB)	Cable USB per connectar la placa a l'ordinador

Connexions

Connexions Estació Mesura Qualitat de l'aire

Elements i2C

La placa en total té 7 ports i2C. Té 4 ports amb connectors mascle. També disposa de 2 ports amb connectors femella a més d'una altra femella amb els 4 pins desagrupats. Els farem servir tots de la forma que veieu als gràfics següents.

Tenim 4 matrius. Les connectarem als ports amb cables de 4 fils (blanc-groc-vermell-negre). Els selectores vermells els posarem com a la imatge.

La pantalla OLED la connectem amb 4 cables dupont mascle-femella. Cal respectar que els 4 pins de la pantalla i la placa coincideixin.

El CSS811 és el sensor de CO2. És un altre dispositiu que es connecta al port I2C. Per fer-ho també utilitzarem 4 cables dupont mascle-femella.

El BMP 280 mesura pressió, temperatura i alçada. No ens queda cap més opció I2C que connectar-lo als pins que veieu. En aquest cas els hem d'anar a buscar separats a la placa.

Elements Analògics

La placa ESP32STEAMakers té una zona concreta amb ports analògics mascle. En aquest sector n'hi ha 4 de disponibles que van de l'A0 a l'A3.

El sensor de llum (LDR) també és un sensor analògic i el connectarem al pin A2 (io35) amb un cable de 3 fils femella-femella.

El sensor de soroll és un dispositiu analògic que connectarem al pin A3 (io34) amb l'ajuda d'un cable femella-femella de 3 fils (groc-vermell-negre).

Elements Digitals

La tira de leds Neopixel està formada per un conjunt de leds RGB amb un petit xip al costat de cadascun que es controlen amb un sol pin digital. La connectarem al pin D3(io25).

La zona de ports digitals de la ESP32STEAMakers és la més extensa de la placa. Hi tenim molts ports tant amb connectors femella com mascle amb alimentació al costat per a connectar els 3 pins de sensors i actuadors directament.

EL DHT11 és un sensor de temperatura i humitat. El connectem al pin digital D4(io17).

Software necessari:

-Entorn Arduinobloks. Crear un compte

-Drivers per al port USB. ESP32 STEAMakers

Ordinador del Departament d'Educació: Portal d'aplicacions i triar ED1

Ordinador propi: CP210x Windows drivers v6.7.6 <https://www.silabs.com/developers/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers?tab=downloads>

-Programa Connector. Dintre de la pàgina web d'Arduinoblocks hi ha l'enllaç per poder instal·lar el programa Connector.

Seqüència òptima:

1. Connectar la placa a l'ordinador amb el cable USB.
2. Obrir el programa Connector (icona a l'escriptori).
3. Obrir l'entorn de programació ArduinoBlocks al navegador.

Annex 2. Situació d'Aprenentatge

Títol	És saludable l'aire de la nostra aula?
Curs	3er ESO
Matèria	Tecnologia i digitalització

Descripció

L'INS Els Alfacs és l'únic institut públic de La Ràpita (Tarragona) i acull l'alumnat de diverses escoles de primària del municipi. La quantitat d'alumnes per aula és elevada, motiu pel qual s'ha despertat un interès general en augmentar el **grau de conscienciació sobre la importància de la qualitat de l'aire interior** entre la comunitat educativa.

La situació d'aprenentatge ***És saludable l'aire de la nostra aula?*** s'estructura entorn un nou recurs tecnològic que està disponible per al professorat del departament de tecnologia: **l'estació de mesura de la qualitat de l'aire**. Els kits de mesura estan basats en la tecnologia Arduino i el seu programari per blocs *Arduinobloks*, i compten amb diversos sensors i actuadors.

L'estació de mesura (que munten i programen els alumnes) ha de permetre treballar les competències pròpies de tecnologia, la consciència ambiental, i els coneixements sobre els ODS, que contemplen la salut i el benestar entre les seves fites

La seqüència didàctica s'estructura en diferents blocs entre els que s'inclouen l'estudi dels diferents paràmetres implicats en el benestar a l'aula, els ODS, el muntatge i la programació de les estacions, la presa de mesures i l'anàlisi dels resultats.

Per tal de donar resposta a la pregunta inicial i demostrar que s'han adquirit els coneixements necessaris per a valorar la qualitat de l'aire, els grups presentaran a la resta de la classe un producte final en forma d'infografia. Aquesta **infografia donarà suport a una exposició oral**. En la mateixa, hauran d'aprofundir sobre un dels paràmetres estudiats: l'indadors de benestar,

conseqüències per a la salut en cas de no complir-lo, detall de les tècniques utilitzades per a la programació, conclusions i propostes de millora.

La situació d'aprenentatge té lloc a l'aula taller de tecnologia i quan la classe està desdoblada.

Relació amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)

En aquesta situació d'aprenentatge es treballen principalment els següents ODS:

ODS 3: Salut i Benestar. Garantir una vida sana i promoure el benestar per a totes les persones de totes les edats.	A través de les activitats es treballen els diferents paràmetres que intervenen en la qualitat de l'aire a l'aula, així com les mesures senzilles que podem prendre per tal de mesurar-los.
ODS 4: Garantir una educació inclusiva, equitativa i de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge durant tota la vida per a tothom	L'alumnat adquireix els coneixements pràctics i teòrics per a la promoció del desenvolupament sostenible.
ODS 9: Construir infraestructures resilents, promoure la industrialització inclusiva i sostenible i fomentar la innovació	El foment de la innovació en la mesura de la qualitat de l'aire pot portar al desenvolupament de solucions més efectives i accessibles per garantir un entorn escolar saludable.
ODS 11: Aconseguir que les ciutats i els assentaments humans siguin inclusius, segurs, resistents i sostenibles.	A través de la sensibilització de la comunitat educativa es promou que l'institut sigui un espai més saludable i sostenible
ODS 13: Adoptar mesures urgents per combatre el canvi climàtic i els seus efectes.	Mitjançant la seqüència didàctica l'alumnat pren consciència de la importància de conservar la qualitat de l'aire, tan interior com exterior

Competències específiques

Competències específiques	Matèria
<p>Competència específica 4</p> <p>Descriure, representar i intercanviar idees o solucions a problemes tecnològics o digitals, utilitzant els mitjans de representació, simbologia i vocabulari adequats, així com els instruments i els recursos disponibles, utilitzant les eines digitals per argumentar, comunicar i difondre informació.</p>	Tecnologia i Digitalització

<p>Competència Específica 5</p> <p>Desenvolupar algoritmes i aplicacions informàtiques en diferents entorns, tot aplicant els principis del pensament computacional i incorporant les tecnologies emergents, per resoldre problemes concrets, automatitzar processos i aplicar-los en sistemes de control o robòtica</p>	Tecnologia i Digitalització
<p>Competència Específica 7</p> <p>Fer ús ètic, sostenible i ecosocialment responsable de la tecnologia, identificant les repercussions i les aportacions, per valorar l'impacte del desenvolupament tecnològic a la societat i a l'entorn.</p>	Tecnologia i Digitalització

Competències transversals

<p>Competència digital</p> <p>CD1. Fer cerques avançades a Internet atenent a criteris de validesa, qualitat, actualitat i fiabilitat, seleccionant-les de manera crítica i arxivant-les per recuperar, referenciar i reutilitzar aquestes recerques respecte a la propietat intel·lectual.</p> <p>1.1 Utilitzar cercadors genèrics i específics fent ús d'opcions avançades i seleccionant i aplicant les estratègies més eficients en relació amb el repte plantejat.</p> <p>1.2 Seleccionar, de manera autònoma, la informació trobada amb actitud crítica a partir de la verificació realitzada en relació amb el repte plantejat.</p> <p>CD2. Gestionar i utilitzar el propi entorn personal digital d'aprenentatge permanent per construir nou coneixement i crear continguts digitals, mitjançant estratègies de tractament de la informació i l'ús de diferents eines digitals, seleccionant i configurant la més adequada en funció de la tasca i de les necessitats en cada ocasió.</p> <p>2.2 Crear i editar produccions digitals avançades de manera autònoma en tasques pròpies del context escolar.</p> <p>CD 5. Desenvolupar aplicacions informàtiques senzilles i solucions tecnològiques creatives i sostenibles per resoldre problemes concrets o respondre a reptes proposats, i mostrar interès i curiositat per l'evolució de les tecnologies digitals i pel seu desenvolupament sostenible i ús ètic.</p> <p>5.1. Programar aplicacions senzilles per a diferents dispositius (ordinadors, dispositius mòbils i altres) emprant els elements de programació de manera apropiada, fent servir el programari i els llenguatges de programació adients, per resoldre problemes concrets i el</p>
--

5.3 Fer un ús responsable i ètic de les tecnologies, tot identificant les seves aportacions al benestar i promovent accions per a la reducció de l'impacte ambiental, en un context personal i educatiu

Competència ciutadana

CC4. Interpretar les relacions sistèmiques d'interdependència, ecodependència i interconnexió entre actuacions locals i globals i adoptar, conscientment i motivadament, un estil de vida sostenible i ecosocialment responsable.

4.1. Interpretar algunes problemàtiques ambientals en l'entorn proper, com ara la contaminació, la degradació dels ecosistemes i la pèrdua de biodiversitat

4.2. Proporcionar arguments sobre el risc per a la salut i la sostenibilitat ambiental de determinades pràctiques, comportaments i hàbits, contrastant informacions fiables, objectives i amb una base científica vàlida.

Objectius d'aprenentatge

Objectius d'aprenentatge	Criteris d'avaluació del currículum	Criteris d'avaluació de la situació d'aprenentatge
1. Augmentar els coneixements i la sensibilització de l'alumnat sobre la importància de mesurar la qualitat de l'aire a l'aula	CC4 (4.1, 4.2) CE7 (7.1, 7.2)	Coneix els paràmetres principals que intervenen en la qualitat de l'aire a la seva aula
		Interpreta el rang òptim de benestar per als diferents paràmetres estudiats a l'aula
		Coneix els ODS i pot definir el concepte de sostenibilitat
2. Utilitzar els coneixements previs sobre programació i electrònica en el muntatge i programació del kit de mesura de la qualitat de l'aire	CE 5 (5.1, 5.2, 5.3) CE7 (7.1, 7.2) CD 5 (5.1, 5.3)	Coneix el funcionament bàsic d'Arduino i l'utilitza amb èxit en els diferents reptes de programació de la placa a l'aula
		Identifica les aportacions de la tecnologia Arduino al benestar i a la sostenibilitat

		Automatitza processos de manera autònoma, mitjançant la construcció i la programació de sistemes de control de la qualitat de l'aire
3. Sintetitzar i difondre els coneixements adquirits sobre la qualitat de l'aire i els resultats de les mesures de manera entenedora i justificada a la resta de companys	CE 4(4,1, 4.2) CE 7 (7.1, 7.2) CD 1 (1.1, 1.2) CD2 (2.2) CC 4 (4.1, 4.2)	Sintetitza i documenta el coneixement adquirit sobre la importància de la qualitat de l'aire i la manera de mesurar-lo
		Exposa de manera entenedora i didàctica els nous coneixements a la resta de companys, utilitzant les eines digitals més adequades
		Proposa a partir de la reflexió crítica accions per a produir canvis en l'entorn en cas que els paràmetres no s'ajustin als estàndards de benestar

Indicadors d'avaluació

Criteri d'avaluació	Indicadors d'avaluació			
	Nivell novell	Nivell aprenent	Nivell avançat	Nivell expert
Coneix els paràmetres principals que intervenen en la qualitat de l'aire a la seva aula	Mostra poc coneixement dels factors i dels paràmetres que intervenen en la qualitat de l'aire a l'aula	Identifica alguns factors que influeixen en la qualitat de l'aire però encara no pot proposar estratègies per a millorar-la	Comprèn els factors que influeixen en la qualitat de l'aire i proposa algunes estratègies per millorar-la.	Té un coneixement ampli sobre els factors que influeixen en la qualitat de l'aire, i un ventall d'estratègies per a millorar-la.
Interpreta el rang òptim de benestar per als diferents paràmetres estudiats a l'aula	No interpreta el rang de benestar de cap dels paràmetres estudiats	Interpreta el rang d'algun dels paràmetres involucrats	Interpreta el rang de la majoria de paràmetres	Coneix i interpreta el rang òptim per al benestar de tots els paràmetres estudiats
Coneix els ODS i pot definir el concepte de sostenibilitat	No coneix ell ODS i no es capaç de descriure el concepte de sostenibilitat	Coneix algun ODS i descriu de forma bàsica el concepte de sostenibilitat	Coneix la majoria dels ODS i pot descriure de manera satisfactòria el	Coneix a la perfecció els ODS i defineix de manera excepcional el concepte de sostenibilitat

			concepte de sostenibilitat	
Coneix el funcionament bàsic d'Arduino i l'utilitza amb èxit en els diferents reptes de programació de la placa Arduino a l'aula	Manca coneixement de les funcionalitats bàsiques d'Arduino i no és capaç de dur a terme amb èxit cap repte de programació a l'aula	Coneix algunes de les funcionalitats bàsiques d'Arduino i les utilitza amb èxit en alguns dels reptes de programació a l'aula	Coneix el funcionament bàsic d'Arduino i l'utilitza amb èxit en la majoria de reptes de programació a l'aula	Coneix el funcionament bàsic d'Arduino i l'utilitza amb èxit en tots els reptes de programació a l'aula
Identifica les aportacions de la tecnologia Arduino al benestar i a la sostenibilitat	L'estudiant pot identificar l'ús de sensors d'aire bàsics connectats a Arduino però no ofereix detalls específics sobre el seu funcionament	Mostra un coneixement bàsic sobre els sensors d'aire i el seu ús amb Arduino. Pot discutir de manera bàsica les limitacions dels sensors disponibles	Mostra un coneixement avançat sobre els sensors d'aire i el seu ús amb Arduino. Pot discutir en profunditat les limitacions dels sensors disponibles i proposar solucions per millorar la seva eficàcia.	Demostra un coneixement excepcional sobre els sensors d'aire i la seva implementació amb Arduino. Pot proposar solucions innovadores per superar els reptes tècnics i de disseny en la implementació de sistemes de monitorització.
Automatitza processos de manera autònoma, mitjançant la construcció i la programació de sistemes de control de la qualitat de l'aire	Manca habilitat i coneixement per a construir i programar sistemes de control senzill amb Arduino.	És capaç de construir i programar sistemes de control senzills amb Arduino per a la monitorització bàsica de la qualitat de l'aire	Mostra una comprensió més profunda de la construcció i la programació de sistemes de control amb Arduino. Pot integrar múltiples sensors i desenvolupar un codi més complex per a la recopilació i l'anàlisi de dades.	Demostra un domini excepcional en el disseny i la implementació dels sistemes de control de la qualitat de l'aire amb Arduino. Pot proposar solucions innovadores per a reptes específics. També pot avaluar críticament els avantatges i les limitacions i proposar millores per a futures aplicacions.
Sintetitza i documenta el coneixement adquirit sobre la importància de la qualitat de l'aire i la manera de mesurar-lo	Té una comprensió molt bàsica de la qualitat de l'aire i com es mesura. Li costa descriure la manera de mesurar-la amb la tecnologia disponible	Té una comprensió satisfactòria de la importància de mantenir una bona qualitat de l'aire a l'aula. Pot descriure com mesurar-la de manera bàsica	Té una bona comprensió de la importància de mantenir una bona qualitat de l'aire a l'aula. Pot descriure com mesurar-la de manera avançada	Mostra una comprensió excel·lent de la importància de mantenir una bona qualitat de l'aire a l'aula. Pot descriure perfectament com mesurar-la, usant la

				tecnologia disponible a l'aula
Exposa de manera entenedora i didàctica els nous coneixements a la resta de companys, utilitzant les eines digitals més adequades	Presenta els nous coneixements als seus companys, però de manera poc estructurada i sense un ús significatiu d'eines digitals.	Ofereix una explicació coherent dels nous coneixements utilitzant eines digitals adequades. No obstant això, pot millorar en la seva capacitat per aconseguir que els seus companys entenguin plenament el contingut, potser a través de més exemples.	Demostra una habilitat destacada per explicar els nous coneixements de manera clara i comprensible, utilitzant les eines digitals de manera creativa i efectiva. Fomenta la participació dels companys en el procés d'aprenentatge.	Transmet els nous coneixements amb claredat i eficàcia i demostra una profunda comprensió dels conceptes i la capacitat de personalitzar la seva explicació segons les necessitats dels seus companys. Utilitza les eines digitals amb gran habilitat, promovent la participació i implicació de la resta d'alumnes en el procés
Proposa a partir de la reflexió crítica accions per a produir canvis en l'entorn en cas que els paràmetres no s'ajustin als estàndards de benestar	Identifica els paràmetres que no compleixen amb els estàndards de benestar, però ofereix poques o cap proposta d'acció concreta per millorar la situació.	Reflexiona críticament sobre la situació i proposa algunes accions bàsiques que podrien millorar l'entorn en cas que els paràmetres no s'adeqüin als estàndards de benestar.	Demostra una reflexió crítica més profunda sobre els paràmetres que no s'ajusten als estàndards de benestar i proposa accions concretes i factibles per abordar-los.	Identifica els problemes que afecten el benestar i presenta una anàlisi crítica les causes. Proposa solucions per abordar-les de manera efectiva.

Sabers

Matèria Tecnologia i Digitalització
Procés de resolució de problemes i de projectes
-Aplicació d'estratègies, tècniques i marcs de resolució de problemes en diferents contextos i les seves fases. - Aplicació d'estratègies de cerca crítica d'informació per a la recerca i la definició de problemes plantejats - Desenvolupament de l'emprenedoria, la resiliència, la perseverança i la creativitat per resoldre problemes des d'una perspectiva interdisciplinària.
Comunicació i difusió d'idees
-Ús del vocabulari tècnic apropiat. Desenvolupament de les habilitats bàsiques de comunicació interpersonal. Ús adequat de pautes de conducta pròpies de l'entorn virtual -Utilització d'eines digitals per a l'elaboració, la publicació i la difusió de documentació tècnica i informació multimèdia relativa a projectes.

Pensament computacional, programació i robòtica
-Disseny i implementació de sistemes de control programat. Muntatge físic i/o ús de simuladors i programació senzilla de dispositius. Internet de les coses. -Iniciació a la robòtica. Muntatge i control programat de robots o dispositius programables de manera física o mitjançant simuladors
Digitalització de l'entorn personal d'aprenentatge
-Utilització d'eines i entorns virtuals d'aprenentatge. Configuració, manteniment i ús crític.
Tecnologia sostenible
-Aplicació de la tecnologia sostenible. Valoració crítica de la contribució a la consecució dels objectius de desenvolupament sostenible. -Utilització del coneixement tecnològic per a resoldre problemes ambientals -Utilització del coneixement tecnològic per a millorar el benestar a l'aula

Desenvolupament de la situació d'aprenentatge

La seqüència didàctica comença amb les **activitats inicials de coneixements previs** formades per dos qüestionaris i una pluja d'idees sobre què entenem per qualitat de l'aire i els paràmetres que la conformen. A continuació, es comparteixen amb l'alumnat els objectius de la seqüència didàctica, les activitats, la temporització i els criteris d'avaluació. Els qüestionaris inicials formen part dels instruments de recollida de dades del treball fi de màster i estan encaminats a avaluar els coneixements sobre els ODS i la consciència ambiental entre l'alumnat .

Les **activitats de desenvolupament** inclouen dues sessions dedicades a la qualitat de l'aire, els intervals de benestar que haurien de trobar-se a l'aula, i les principals conseqüències per a la salut de passar aquests llindars òptims. També s'aprofundeix en la tecnologia disponible per a mesurar aquests paràmetres i en els ODS, que donen un marc a l'aprenentatge que es durà a terme. Aquí es compta amb el suport d'una presentació digital i un audiovisual. Per altra banda l'alumnat, en parelles, fa una activitat per treballar el concepte de sostenibilitat aplicat als projectes tecnològics, que s'avaluarà mitjançant una rúbrica.

Durant les següents sessions es formen grups de 4 persones i es treballa i consolida la tecnologia Arduino, mitjançant un seguit de reptes de programació de la placa. Cada grup s'encarrega del muntatge i la programació dels sensors dels diferents kits de mesura (CO2, lluminositat, soroll, temperatura, etc). Els grups es distribueixen de forma heterogènia,

procurant que entre tots els membres del grup puguin ser capaços de muntar i programar les estacions, amb l'ajuda del professorat quan així ho necessitin, però aplicant els coneixements previs que tenen de programació. A continuació els grups experimenten amb els kits i es prenen diferents mesures en diferents situacions.

L'activitat de consolidació consisteix en realitzar una sessió de recapitulació dels coneixements adquirits, de les dificultats trobades i de resolució de dubtes. Es fa èmfasi en els conceptes claus de la SA, i mitjançant la informació que s'ha extret de les rúbriques amb les que ja s'ha avaluat a l'alumnat, es dona un retorn dels resultats.

Per acabar, i **com a activitat d'aplicació**, cada grup recopila i investiga sobre un dels paràmetres (llindars, propostes de millora a l'aula, etc). Després, cada grup elaborarà i exposarà una infografia digital sobre el paràmetre en el qual ha aprofundit (tant pel que fa al coneixement sobre la qualitat de l'aire com pel que fa als coneixements de programació i muntatge de la placa). Mitjançant una exposició oral es detallaran les conclusions sobre el paràmetre que han estudiat i les compartiran amb la resta de la classe. Aquí hi haurà una coavaluació entre els diferents grups, que es complementarà amb l'avaluació del professorat.

La situació d'aprenentatge inclou activitats individuals (recerca d'informació, part de l'exposició oral) i activitats en grup (muntatge i programació, presa de mesures, disseny de la infografia digital)

Hi ha activitats de cerca d'informació, d'exercitació, d'anàlisi i d'exposició, totes elles segueixen el fil conductor de la qualitat de l'aire a l'aula i què podem fer per a mesurar-la.

Pel que fa als reptes de programació, hi ha unes activitats bàsiques, i també es dona la possibilitat de fer activitats opcionals, per tal que tot l'alumnat **pugui desenvolupar el màxim del seu potencial**.

La situació d'aprenentatge permet treballar varies de les competències específiques de tecnologia i digitalització, així com les diferents competències transversals, fent especial èmfasi en la consecució de les fites que proposen els ODS.

Els materials necessaris són els elements del kit de mesura: la placa programable i els sensors i actuadors. Aquest material és de programari lliure i té un cost baix. Tot i així, es pot rebre de franc mitjançant una formació amb l'Associació Robolot, que financia el Departament

d'Educació. També s'utilitzen suports audiovisuals i es necessiten ordinadors per a l'alumnat, tan per programar les plaques electròniques, com per fer les infografies digitals.

En acabar les sessions es tornaran a passar els qüestionaris que es van passar en la sessió de coneixements previs, i que formen part de la recerca duta a terme en el treball fi de màster.

Activitats d'aprenentatge i d'avaluació

Activitats inicials	Descripció de l'activitat i avaluació	Temporització
Què sabem sobre la qualitat de l'aire a les aules?	<p>Durant aquesta sessió es duran a terme les següents activitats:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Presentació dels objectius d'aprenentatge i els criteris d'avaluació de la seqüència didàctica -Qüestionaris inicials (relacionats amb el TFM). Annex 4 i annex 5. -Pluja d'idees-debat inicial sobre la qualitat de l'aire interior i els diferents paràmetres que la condicionen <p>No evaluable</p>	1 sessió
Activitats de desenvolupament	Descripció de l'activitat i avaluació	Temporització
Paràmetres-qualitat de l'aire i ODS	<p>Presentació dels paràmetres de CO2, temperatura, humitat, soroll i lluminositat i els seus intervals òptims. Breu explicació de les conseqüències per a les persones de no mantenir aquests paràmetres dins els marges recomanats a l'aula.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Introducció als ODS i al marc que donen per a la seqüència didàctica -Audiovisual ODS <p>-Activitat per parelles . Per comprovar si s'ha entès el concepte de sostenibilitat, es tria un projecte tecnològic i s'explica si és o no sostenible, determinant si compleix amb les tres dimensions de la sostenibilitat</p> <p>S'avalua mitjançant rúbrica.</p>	2 sessions
Muntatge i programació dels diferents sensors del kit	<p>En aquestes sessions començarem establint-nos en grups de 4 persones, que ja seran estables per a tota la situació d'aprenentatge.</p> <p>Cada grup anirà descarregant el software necessari per a programar les plaques específiques ESP32 STEAMakers i KeyStudio Uno, compatibles amb l'entorn de programació Arduino.</p>	2 sessions

	<p>Després, cada grup s'encarregarà del muntatge i de la programació dels sensors que formen part de l'estació de mesura i dels kits de pràctiques (temperatura, soroll, lluminositat, humitat i CO2).</p> <p>Ja han treballat amb Arduino així que les activitats seran bastant autònomes.</p> <p>El professorat oferirà suport en els casos que sigui necessari, compartint els codis dels diferents reptes de programació.</p> <p>Aquestes activitats s'avaluaran conjuntament amb la següent activitat</p>	
Proves de mesures amb el kit de mesura de la qualitat de l'aire	<p>En aquesta sessió cada grup efectuarà diferents proves de mesures amb els sensors. Després escolliran un dels paràmetres per tal d'aprofundir-hi. Avaluació mitjançant rúbrica.</p>	1 sessió
Activitats d'estructuració	Descripció de l'activitat i avaluació	Temporització
Que hem après?	<p>Una sessió de recapitulació sobre els coneixements adquirits, les dificultats trobades i dels dubtes que puguin sorgir.</p> <p>S'especifiquen els conceptes clau que cal tenir clars per a continuar treballant. Es torna donar retroacció dels aspectes avaluats en les diferents activitats.</p> <p>No evaluable</p>	1 sessió
Activitats d'aplicació	Descripció de l'activitat i avaluació	Temporització
Elaboració d'una infografia amb la informació més rellevant sobre el paràmetre assignat	<p>Durant aquesta activitat els grups treballaran en la síntesi dels seus resultats i en l'elaboració d'una infografia que reculli la informació demanada sobre el paràmetre assignat. S'avalua amb la següent activitat</p>	2 sessions.
Presentació de la infografia digital a la resta de companys	<p>Sessió de presentació final on cada grup explica com es realitza el procés de muntatge i programació del sensor, perquè és important el seu paràmetre, i resol dubtes a la resta de companys. Aquesta presentació s'acompanya d'una infografia</p> <p>L'avaluació és mitjançant rúbrica.</p> <p>També hi ha coavaluació amb la mateixa rúbrica però amb el llenguatge adaptat</p>	1 sessió
Qüestionaris finals	<p>Es tornaran a passar els qüestionaris de coneixements previs per tal de veure com han avançat en el coneixement i la consciència ambiental en el marc del desenvolupament sostenible (relacionats amb el TFM.</p>	

Tractament dels vectors

Aprentatge competencial	Es parteix d'una problemàtica propera a l'alumnat i planteja un repte que han de resoldre i acabar explicant a la resta de companys. Fomenta la resolució de problemes, l'aprenentatge significatiu i és fàcilment transferible. S'inclouen àmpliament les competències transversals, i és un aprenentatge purament funcional.
Perspectiva de gènere:	Es té cura del llenguatge i s'incideix en la reflexió sobre els mites que associen el gènere masculí a les especialitats tècniques. Es modulen les intervencions per a facilitar que tothom pugui participar.
Universalitat del currículum	Els aprenentatges són significatius i a través dels grups heterogenis es tracta d'evidenciar que la diversitat és un element d'enriquiment personal. Es plantegen mesures universals.
Qualitat de l'educació de les llengües	La situació d'aprenentatge treballa competències de comunicació lingüística en la part de les exposicions orals.
Ciutadania democràtica i consciència global	La seqüència s'emmarca en els ODS i permet que l'alumnat assoleixi coneixements pràctics i teòrics per a ser protagonistes de la millora del benestar col·lectiu. És un aprenentatge que tracta la mirada local (qualitat de l'aire a l'aula) i la global (qualitat de l'aire en general)
Benestar emocional	Durant les sessions, es garanteixen els espais necessaris per a un bon acompanyament emocional, i es facilita que es puguin expressar i gestionar les emocions. S'incideix en abordar els conflictes que puguin sorgir en els grups d'una manera assertiva i aplicant l'escolta activa

MESURES I SUPORTS UNIVERSALS

<p>En aquesta situació d'aprenentatge s'apliquen les següents mesures universals</p> <ul style="list-style-type: none"> -Desdoblament. Es duu a terme amb la meitat del grup-classe -Facilitació de la col·laboració entre alumnes de manera que l'alumnat disposa de la possibilitat de suport entre iguals, a banda de l'acció del docent. -Anticipació dels continguts que s'han d'aprendre per tal de permetre la reflexió i facilitar el desenvolupament posterior de les activitats. - Explicitació en les activitats d'estructuració dels conceptes clau que cal adquirir - Utilització de diferents llenguatges i suports: oral, escrit, gràfic, audiovisual. -A l'inici de la situació d'aprenentatge s'estableix un repte proper (qualitat de l'aire a l'aula) que serveix com a motor motivacional per al treball posterior. -Utilització de diversos instruments d'avaluació, entre ells la coavaluació -Les activitats de programació són multinivell i l'alumnat pot fer-les de manera més autònoma o amb suport (documental i del professorat) en funció de les seves necessitats
--

Annex 3. Detall de les activitats d'aprenentatge i avaluació

3.1 Presentació utilitzada a l'aula (elaboració pròpia)

<h3>Com és de saludable l'aire de la nostra aula?</h3> 	<h3>OBJECTIUS</h3> <ul style="list-style-type: none"> -Conscienciar-nos sobre la importància de la qualitat de l'aire a l'aula -Programar diferents sensors utilitzant els coneixements previs d'Arduino (treball en grups) -Presentar les conclusions i les propostes de millora (treball en grups, exposició oral)  
<h3>Qualitat ambiental de l'aire interior</h3> <p>Digues les 3 primeres paraules que et venen al cap quan parlem de qualitat de l'aire a l'interior de l'aula</p>  	<h3>Qualitat ambiental de l'aire</h3> <ul style="list-style-type: none"> -Què és l'AIRE? -Com es contamina? -És igual l'aire exterior que l'interior? -Quins són els paràmetres de l'aire que influeixen en el benestar a l'aula? -Com els podem mesurar? -Què ens diuen els Objectius de Desenvolupament Sostenible sobre la importància de la qualitat de l'aire a l'aula? 
<h3>Qualitat ambiental de l'aire</h3> 	<h3>Qualitat ambiental de l'aire</h3> <p>Com es contamina?</p> <p>Les principals fonts de contaminació són els fums dels cotxes, les xemeneies, els aerosols i els incendis forestals entre d'altres. (Aire exterior)</p> <p>Òxids de Sofre, Òxids de Nitrogen, Partícules en suspensió(PM), Monòxid de carboni (CO), Ozó, CO2, metalls pesants, COV, etc</p> 
<h3>A corto plazo:</h3> <ul style="list-style-type: none"> Dolor de cabeza Irritación de ojos Dolor de garganta Irritación de piel Neumonia, bronquitis  <h3>A largo plazo:</h3> <ul style="list-style-type: none"> Enfermedades respiratorias Efectos en Sistema Nervioso Central Enfermedades hepáticas Enfermedades cardiovasculares Consecuencias en el embarazo 	<h3>Qualitat ambiental de l'aire</h3> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <h4>Contaminació acústica</h4>  </div> <div style="flex: 1;"> <h4>Contaminació lumínica</h4> <p>Llums amb potència superior a la necessària</p> <p>Llums que no dirigeixen la llum on cal</p>  </div> </div>
<h3>Qualitat ambiental de l'aire interior</h3> <h4>I què passa amb l'aire als espais tancats?</h4> <p>Qualitat de l'aire interior: la condició de l'aire dins d'un edifici en relació a la salut i al benestar de les persones.</p> <p>Es mesura en funció de diversos paràmetres que poden afectar la salut i el confort dels ocupants:</p> <ul style="list-style-type: none"> -CONTAMINANTS (CO2, compostos químics, biològics, partícules, etc) -ALTRES PARÀMETRES (temperatura, humitat, etc) 	<h3>Qualitat ambiental de l'aire interior</h3> <h4>I què passa amb l'aire als espais tancats?</h4> <ul style="list-style-type: none"> -Els contaminants de l'aire exterior es poden concentrar dins dels edificis -Ús de productes químics (sobretot a les cases) i poca ventilació -El CO2 s'acumula per la concentració de persones -Les temperatures i la humitat poden no ser les òptimes -La lluminositat pot ser escassa o excessiva -Contaminació biològica (virus i bacteris) 

Paràmetres ambientals que influeixen en el benestar dins de l'aula

CO2. Diòxid de carboni

- Procedent de la respiració
- Acumulació de persones en un espai
- 400ppm-1000ppm



Si se supera sovint aquesta concentració: **fatiga, falta de concentració, mal de cap, baix rendiment acadèmic, somnolència, dificultats respiratòries, etc** Important la **VENTILACIÓ**

Paràmetres ambientals que influeixen en el benestar dins de l'aula

II.luminació

- Fonamental per crear un entorn d'aprenentatge òptim.
- Preferible llum natural o il·luminació artificial ben distribuïda i de qualitat.



Fatiga visual, falta de concentració, mal de cap, postures musculars forçades etc

Es mesura en lumens (lm)
Òptim entre 300-500 lumens per metre quadrat

Paràmetres ambientals que influeixen en el benestar dins de l'aula

II.luminació

Els ordinadors a les aules són una nova font de llum, a través de les pantalles.

Pot ser útil la realització d'exercicis per descansar l'ull i tenir una brillantor adequada de la pantalla.



L'exposició prolongada a la llum blava altera els ritmes circadians

Paràmetres ambientals que influeixen en el benestar dins de l'aula

Temperatura

Un ambient massa fred o massa calent pot:

- Dificultar la concentració
- Afectar el rendiment acadèmic
- Augmentar les distraccions
- Accentuar la sensació de cansament, insatisfacció i malestar.
- Lipofímia, cop de calor

Concepte de **confort tèrmic**



Es mesura en graus centígrads (°C)

Temperatura

Recomanable 20-24°C, temperatura moderada i confortable. **Idees?**



Als centres educatius, sempre que sigui possible:

- Ajustareu les pantalles de les finestres on toca el sol.
- Incrementareu la ventilació natural.
- Deixareu obertes les finestres durant la nit o obertes les a primera hora del matí.
- Reduireu l'ús del paper i la impressió electrònica.
- Utilitzareu les zones d'ombra disponibles en els espais exteriors.
- Evitareu els espais tancats amb temperatura molt alta.

Paràmetres ambientals que influeixen en el benestar dins de l'aula

Humitat

S'entén per humitat la **quantitat de vapor d'aigua present en l'aire**.

Molta humitat: fongs i àcars (increment al·lèrgies i altres problemes respiratoris)

Baixa humitat: sequedat i congestió

És recomanable mantenir un nivell d'humitat relativa entre el **40 i el 60%** per a un entorn saludable i còmode.



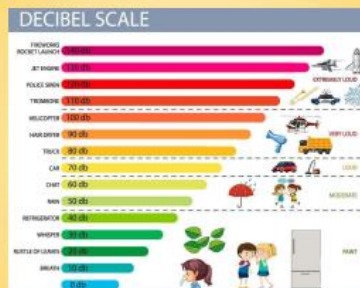
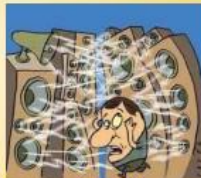
Paràmetres ambientals que influeixen en el benestar dins de l'aula

Soroll

Un determinat so (o sons) s'anomena soroll quan **resulta desagradable, molest o no desitjat**.

El nivell de so que recull l'oïda humana varia entre els 0 i els 140 decibels (dB)

L'OMS recomana no excedir dels 35dB a les aules, tot i que fins 55dB seria acceptable



Paràmetres ambientals que influeixen en el benestar dins de l'aula

Soroll

Fatiga auditiva, pèrdua de capacitat auditiva, estrès, irritabilitat, falta de concentració, ansietat i disminució de la productivitat



Alteració del **ritme cardíac**, acceleració de la **respiració**, dilatació de la **pupila**, augment de la **pressió sanguínia**. Dificulta la comunicació

Com mesurarem aquests paràmetres?

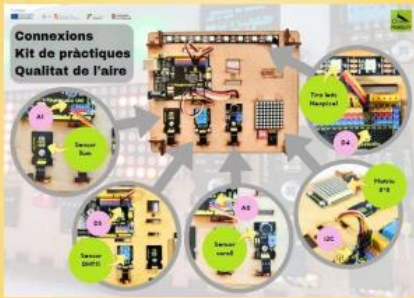
-Disposem de diversos kits de pràctiques de mesura de la qualitat de l'aire, i d'una estació de mesura



-Hem de programar els sensors per a mesurar **temperatura, co2, humitat, il·luminació i soroll**



A més, també programarem els sensors que ens permeten mesurar l'**altitud i la pressió atmosfèrica**



Sensor Co2
 Sensor de temperatura (°C) i humitat (%)
 Sensor de soroll (mesura en %)
 Sensor de pressió (milibars) i alçada (m)
 Sensor de llum (mesura en %)

Què diuen els ODS sobre la importància de la qualitat de l'aire interior?

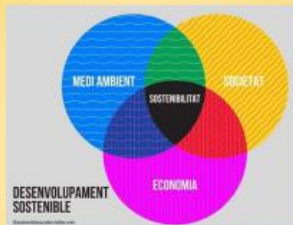
Els **Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)** van ser aprovats l'any 2015 per l'Assemblea General de les Nacions Unides.



Què diuen els ODS sobre la importància de la qualitat de l'aire interior?



-17 objectius amb 169 fites per assolir l'any **2030** (horitzó temporal). **Agenda 2030**
 -Promoure la millora de la qualitat de vida i la protecció del medi ambient
 -S'adrecen a tota la societat



"El desenvolupament sostenible és el desenvolupament que satisfà les necessitats del present sense comprometre la capacitat de les generacions futures per satisfer les seves pròpies necessitats"



https://www.youtube.com/watch?v=MCCKH5v6k8X-a&embeds_referencing_embeds=https%3A%2F%2Fjunior-report.cat%2F&embeds_refering_origin=https%3A%2F%2Fjunior-report.media&so_ua_vn_uth=QTY3MTQ&feature=emb_imp_wow

ODS, educació i qualitat de l'aire interior

- Els 17 ODS no són independents els uns dels altres, sinó que estan interconnectats. Ens permeten i ens proposen **treballar la Sostenibilitat des de totes les àrees** (per exemple des de l'àrea de Tecnologia)



ODS, educació i qualitat de l'aire interior

-**ODS 3:** Garantir una vida sana i promoure el benestar per a totes les persones de totes les edats.

Fita: reduir el nombre de malalties causades per productes químics, pol·lució de l'aire, l'aigua i el sòl.



ODS, educació i qualitat de l'aire interior

-**ODS 4:** Garantir una educació inclusiva, equitativa i de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge durant tota la vida per a tothom.

Fita: garantir que l'alumnat adquireixi els coneixements per promoure el desenvolupament sostenible.



I tu, què pots fer?

3.2 Audiovisual sobre els ODS projectat a l'aula

Projecció de l'audiovisual “Los Objetivos de Desarrollo Sostenible - qué son y cómo alcanzarlos” disponible al següent enllaç

<https://www.youtube.com/watch?v=MCKH5xk8X-g>

3.3 Activitat projecte tecnològic sostenible

Cal que us establiu per parelles i penseu en un projecte tecnològic ajustat a un context concret. El projecte ha de ser sostenible i per tant, integrar el component social, econòmic i ambiental de la sostenibilitat (tal i com hem treballat a l'aula). Després cal presentar-lo a la resta de la classe i justificar la seva sostenibilitat. Teniu 20 minuts

S'avalua mitjançant la rúbrica següent (elaboració pròpia)

	Nivell expert	Nivell avançat	Nivell aprenent	Nivell novell
Qualitat del projecte tecnològic	El projecte escollit integra perfectament els components de la sostenibilitat (social, ambiental, econòmic)	El projecte escollit integra la majoria dels components de la sostenibilitat.	El projecte escollit integra algun dels components de la sostenibilitat	El projecte escollit no integra cap dels components de la sostenibilitat
Claredat en la reflexió	Els estudiants han expressat clarament les seves idees i sobre la sostenibilitat, mostrant una comprensió profunda dels conceptes relacionats	Els estudiants han expressat de manera força clara les seves idees sobre la sostenibilitat, mostrant una comprensió prou profunda dels conceptes relacionats	Els estudiants han expressat de manera satisfactòria les seves idees sobre la sostenibilitat, mostrant una comprensió suficient dels conceptes relacionats	Els estudiants no han expressat clarament les seves idees sobre la sostenibilitat, mostrant una comprensió insuficient dels conceptes
Creativitat i originalitat	La proposta mostra idees creatives per abordar la sostenibilitat	La proposta mostra idees bastant creatives per abordar la sostenibilitat	La proposta mostra idees suficientment creatives per abordar la sostenibilitat	La proposta no mostra idees creatives per abordar la sostenibilitat
Coherència i connexions	Les idees es connecten de manera totalment lògica i coherent, i es mostren les relacions entre els diferents components de la sostenibilitat	Les idees es connecten de manera força lògica i coherent, i es mostren les relacions entre els diferents components de la sostenibilitat	Les idees es connecten de manera suficientment entenedora, tot i que costa entendre les relacions entre els diferents components	Les idees no es connecten de manera lògica i coherent, i tampoc es mostren les relacions entre els diferents components de la sostenibilitat

3.4 Exemple d'alguns dels reptes de programació que s'han dut a terme a l'aula.

Aquestes són algunes de les activitats que s'han desenvolupat a l'aula. En general les activitats han estat multinivell, segons les habilitats dels estudiants programen només el sensor per visualitzar dades a la consola, o fan un programa més elaborat que involucri als actuadors. Abans de la programació s'han muntat els kits i les estacions, amb l'ajuda del mentor de pràctiques que és qui ha participat a les sessions de formació de l'associació Robolot.

Hi ha reptes específics per a la programació de cada sensor de l'estació de mesura (temperatura, humitat, CO2, il.luminació, soroll).

Només es comparteixen els codis en cas que l'alumnat ho necessiti. Si no, fan l'activitat de manera autònoma.

- És saludable treballar amb aquesta llum?

Per tal de conèixer la quantitat de llum que hi ha a l'aula, farem un programa per poder veure les dades a la consola.

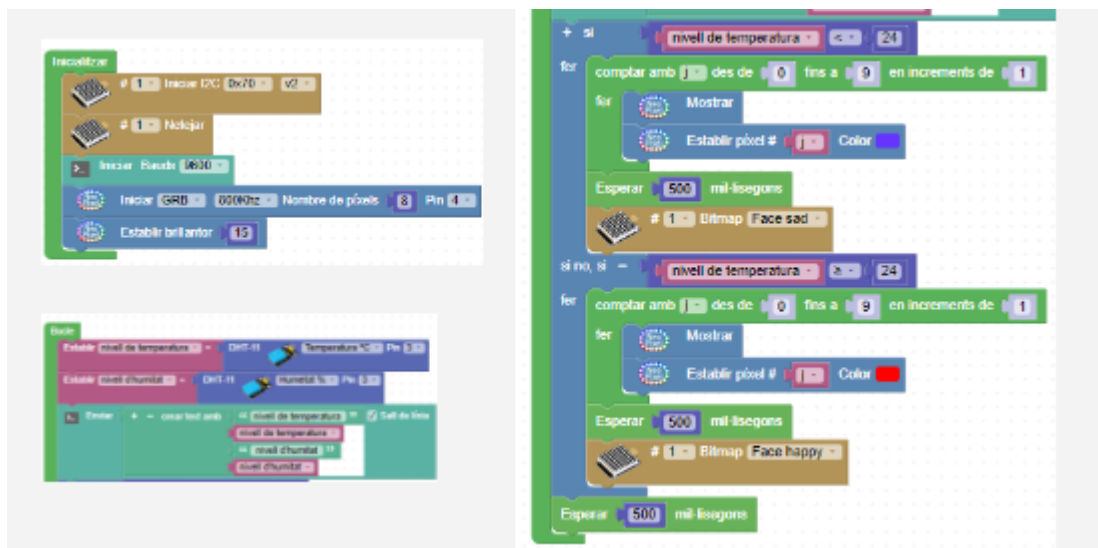
Farem servir el **sensor de llum (LDR)**.

Segons el nivell de llum crearem una alarma amb la **tira de leds Neopixel**

Segons el nivell de llum crearem una alarma amb la **matriu de leds**

-Tenim la temperatura adequada a l'aula?

Programem la tira neopixel i la matriu 8x8 en funció de la temperatura que rebem a partir del sensor d'humitat i temperatura (DHT11). Crearem emoticones d'estat a la matriu i canvis de colors a la tira neopixel.



-¿Quina és la humitat a l'aula?

Ens interessa saber si la humitat en l'ambient de l'aula està dins dels nivells adequats (entre el 40% i el 60%). Desenvoluparem un programa que ens permeti visualitzar aquestes dades a la consola. Farem servir el sensor de temperatura i humitat DHT11 i representarem les dades gràficament utilitzant el Serial Plotter.

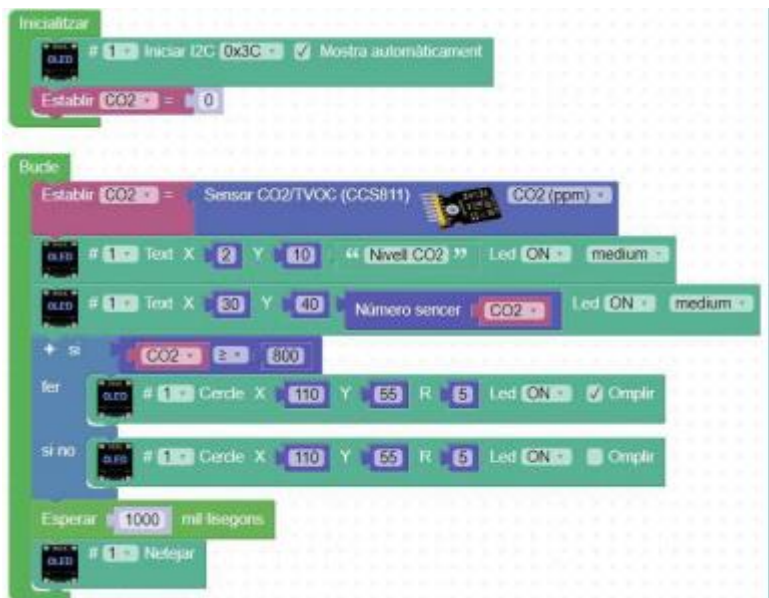
-Hi ha massa soroll?

Programarem el sensor de soroll i veurem les dades gràfiques amb el Serial Plotter



-Hi ha massa concentració de CO2? Obrim les finestres?

Elaborarem un programa per veure la concentració de CO2 a la pantalla OLED. Utilitzarem el sensor de CO2 (CSS811)



3.5 Rúbrica per avaluar les activitats de desenvolupament de programació i muntatge.

	Nivell expert	Nivell avançat	Nivell aprenent	Nivell novell
Coneix el funcionament bàsic d'Arduino i l'utilitza amb èxit en els diferents reptes de programació de la placa a l'aula	Coneix el funcionament bàsic d'Arduino i l'utilitza amb èxit en tots els reptes de programació a l'aula	Coneix el funcionament bàsic d'Arduino i l'utilitza amb èxit en la majoria de reptes de programació a l'aula	Coneix algunes de les funcionalitats bàsiques d'Arduino i les utilitza amb èxit en alguns dels reptes de programació a l'aula	Manca coneixement de les funcionalitats bàsiques d'Arduino i no és capaç de dur a terme amb èxit cap repte de programació a l'aula
Implementació (muntatge i programació) del projecte de l'estació de mesura	L'estudiant implementa amb èxit el projecte d'Arduino, utilitzant de manera correcta els components, el codi i les connexions requerides	L'estudiant implementa el projecte d'Arduino, utilitzant de manera correcta la majoria dels components, el codi i les connexions requerides. Hi ha alguns errors menors	L'estudiant implementa parcialment el projecte d'Arduino, utilitzant de manera correcta alguns dels components, el codi i les connexions requerides. Hi ha força errors i omissions	L'estudiant no aconsegueix implementar el projecte d'Arduino de manera adequada
Creativitat, innovació, i resolució de problemes	L'estudiant mostra un alt nivell de creativitat i innovació en dissenyar el seu projecte d'Arduino,	L'estudiant mostra un nivell adequat de creativitat i innovació en dissenyar el seu projecte d'Arduino,	L'estudiant mostra alguna idea creativa o solució original, tot i que la majoria no ho són.	L'estudiant no ha mostrat cap idea o solució creativa a l'hora d'implementar el seu projecte

	incorporant idees originals i solucions creatives	tot i que podria haver aportat idees i solucions més originals		
Funcionalitat en la presa de mesures	El projecte d'Arduino funciona perfectament, complint amb tots els requisits funcionals establerts.	El projecte funciona bé en la majoria dels requisits funcionals establerts, però pot ser que hi hagi alguna funcionalitat que no estigui completament implementada.	El projecte d'Arduino té algunes funcionalitats, però no compleix amb tots els requisits funcionals establerts.	El projecte d'Arduino no funciona correctament i no compleix amb els requisits funcionals establerts.
Participació en el treball en grup	Lidera la participació amb aportacions innovadores i motiva el grup cap als objectius	Participació regular i significativa. Contribueix activament i és receptiu a les opinions dels altres.	Participació ocasional però limitada. No és consistent en les aportacions.	Participació nul·la o molt limitada. No contribueix al treball en grup.

3.6 Activitat final

Dins dels grups ja establerts seleccioneu un paràmetre dels que hem treballat i reuniu la següent informació:

- Per què és crucial aquest paràmetre per assegurar una bona qualitat de l'aire?
- Quines són les repercussions per a les persones de que aquest paràmetre no es mantingui dins del seu rang òptim? Quin és aquest rang?
- Quines solucions podeu proposar per mantenir aquest paràmetre en condicions adequades?
- Com es mesura? Amb quin sensor? Com es programa?
- Altres qüestions que considereu importants

Un cop recopilada la informació cal elaborar una infografia amb les dades. Posteriorment, haureu de presentar-la al grup mitjançant una exposició oral d'uns 10 minuts, en la qual tots els membres del grup participin.

S'avalua mitjançant la rúbrica següent:

Criteris d'avaluació	Indicadors d'avaluació			
	Nivell novell	Nivell aprenent	Nivell avançat	Nivell expert
Sintetitza i documenta el coneixement adquirit sobre la importància de la qualitat de l'aire i la manera de mesurar-lo	Mostra una comprensió molt bàsica de la importància de la qualitat de l'aire. Li costa descriure la manera de mesurar-la amb la tecnologia disponible	Mostra una comprensió satisfactòria de la importància de mantenir una bona qualitat de l'aire a l'aula. Pot descriure com mesurar-la de manera bàsica	Té una bona comprensió de la importància de mantenir una bona qualitat de l'aire a l'aula. Pot descriure com mesurar-la de manera avançada	Mostra una comprensió excel·lent de la importància de mantenir una bona qualitat de l'aire a l'aula. Pot descriure perfectament com mesurar-la, usant la tecnologia disponible
Exposa de manera entenedora i didàctica els nous coneixements a la resta de companys, utilitzant les eines digitals més adequades	Presenta els nous coneixements als seus companys, però de manera poc estructurada i sense un ús significatiu d'eines digitals.	Ofereix una explicació coherent dels nous coneixements utilitzant eines digitals adequades. Pot millorar en la seva capacitat per aconseguir que els seus companys entenguin plenament el contingut	Demostra una habilitat destacada per explicar els nous coneixements de manera clara i comprensible, utilitzant les eines digitals de manera creativa i efectiva. Fomenta la participació dels companys	Demostra una habilitat excel·lent per explicar els nous coneixements de manera clara i comprensible. Utilitza les eines digitals amb gran habilitat i promou la participació i implicació de la resta d'alumnes en el procés d'aprenentatge.
Demostra habilitats de comunicació verbal i no verbal	Comunica les seves idees de manera simple, utilitzant un vocabulari molt bàsic De vegades no manté el contacte visual, i efectua pocs gestos o aquests són molt bàsics	Expressa les seves idees amb certa fluïdesa i coherència, utilitzant un vocabulari bàsic. Mostra una comunicació no verbal adequada, utilitzant gestos i expressions facials per reforçar el seu missatge.	Comunica de manera clara i precisa, utilitzant un vocabulari sofisticat i estructurant les seves idees de manera lògica. La seva comunicació no verbal és molt expressiva i coherent amb el que està dient.	Destaca per la seva capacitat de comunicació, expressant-se amb gran eloqüència La seva comunicació no verbal és excepcional, utilitzant gestos, expressions facials i postura corporal de manera molt efectiva per influir en l'audiència
Proposa a partir de la reflexió crítica accions per a produir canvis en l'entorn en cas que els paràmetres no s'ajustin als estàndards de benestar	L'estudiant identifica els paràmetres que no es compleixen amb els estàndards de benestar, però ofereix poques o cap proposta d'acció concreta per millorar la situació. Pot ser que simplement reconegui el problema sense proporcionar una solució detallada.	Reflexiona críticament sobre la situació i proposa algunes accions bàsiques que podrien millorar l'entorn en cas que els paràmetres no s'adeqüin als estàndards de benestar. Les seves propostes poden ser genèriques o mancar de detalls específics sobre com s'implementarien les accions	Demostra una reflexió crítica més profunda sobre els paràmetres que no s'ajusten als estàndards de benestar i proposa accions concretes i factibles per abordar-los. Les seves propostes estan ben raonades i inclouen detalls sobre com s'executaran les accions	Identifica els problemes que afecten el benestar i presenta una anàlisi crítica de les causes. Proposa solucions per abordar-les de manera efectiva. Demostra una comprensió profunda dels reptes i les possibilitats, i pot incloure estratègies creatives per a la implementació i l'avaluació dels canvis proposats.
Mostra creativitat i eficàcia en la	La infografia és bàsica i manca de creativitat.	La infografia presenta algunes característiques	La infografia mostra creativitat en la seva concepció i disseny.	La infografia és excepcionalment creativa i innovadora.

infografia presentada	<p>La informació presentada és confusa o difícil de comprendre. El disseny és poc atractiu i no contribueix a la transmissió efectiva del missatge</p>	<p>creatives, però encara manca d'originalitat i impacte. La informació està organitzada de manera clara, però hi ha algunes inexactituds o manca de detalls. El disseny és funcional, però no ressalta ni captura l'atenció dels companys</p>	<p>La informació està ben presentada i és fàcil de comprendre, utilitzant elements visuals de manera efectiva. El disseny és atractiu i contribueix a comunicar el missatge de manera clara i efectiva</p>	<p>La informació és presentada de manera clara i concisa, amb detalls precisos i rellevants. El disseny és sorprenent i captura l'atenció de l'espectador, contribuint significativament a la comprensió i retenció de la informació presentada</p>
S'ajusta al temps demanat i la participació dels membres és equitativa	<p>No s'ajusta al temps establert o mostra una falta de consciència del mateix. La participació dels membres no és equitativa</p>	<p>L'alumne demostra un esforç per ajustar-se al temps assignat, encara que no ho aconsegueix. La participació dels membres és irregular</p>	<p>S'ajusta adequadament al temps establert per a les tasques assignades. La participació dels membres és prou equitativa, tot i que pot haver-hi algun desequilibri ocasional.</p>	<p>S'ajusta de manera excel·lent al temps establert, mostrant una gestió eficaç del mateix. La participació dels membres és molt equitativa, donant oportunitats iguals a tots els membres del grup per expressar-se i contribuir.</p>

Annex 4. Qüestionari sobre el coneixement autoreportat dels ODS

1. Gènere. Marqueu amb una X

Femení	
Masculí	
Altres	

2. Marqueu una X segons la següent escala on

1: Gens informat

2: Poc informat

3: Ni informat ni desinformat

4: Bastant informat

5: Totalment informat

GRAU D'INFORMACIÓ	1	2	3	4	5
P.1 Conec els 17 Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)					
P.2 Conec els països als que es dirigeixen els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS)					
P.3 Conec l'horitzó temporal pel qual els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) estan dissenyats					
P.4 Conec el número d'Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) i podria indicar un d'ells					

Annex 5. Qüestionari sobre el nivell de consciència ambiental

1. Gènere. Marqueu amb una X

Femení	
Masculí	
Altres	


2. Marqueu una X segons la següent escala on

- 1: Totalment en desacord
- 2: Bastant en desacord
- 3: Ni d'acord ni en desacord
- 4: Bastant d'acord
- 5: Totalment d'acord

GRAU D'ACORD AMB L'AFIRMACIÓ	1	2	3	4	5
P.1 Llegeixo sobre temes ambientals en els mitjans de comunicació					
P.2 Em preocupo pels problemes ambientals al meu entorn					
P.3 Sempre participo en debats sobre problemes ambientals amb els meus amics					
P.4 Em sento decebut/da amb la contaminació de l'aire					
P.5 Em sento decebut/da amb la contaminació dels rius					
P.6 Valoro la biodiversitat					
P.7 Em preocupa el fum que emeten els vehicles					

P.8 Intento reduir la quantitat de residus a casa utilitzant materials que es poden reciclar					
P.9 Faig compost amb els residus alimentaris per convertir-los en adob					
P.10 No utilitzo bosses de plàstic per embolicar coses					
P.11 Tracto d'estalviar energia a casa					
P.12 Tracto d'estalviar aigua					
P.13 Comparteixo informació sobre el medi ambient amb els membres de la meua família					
P.14 Participo en activitats de conscienciació ambiental a l'institut					
P.15 Soc conscient de la meua responsabilitat cap al medi ambient					

Annex 6. Declaració responsable sobre els aspectes ètics del treball


UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Declaració responsable sobre els aspectes ètics del Treball de Fi de Màster (TFM) / Treball de Fi de Grau (TFG) proposat

Els aspectes ètics són fonamentals per a la Universitat Rovira i Virgili. Per això, cal que realitzau la següent avaluació ètica sobre el vostre treball de fi de màster (TFM) / treball de fi de grau (TFG), segons correspongui. Responeu **SÍ** / **NO** a les preguntes que es detallen a continuació. Si totes les vostres respostes són **NO**, no es necessiten més detalls que la vostra signatura. Si, en canvi, responeu **SÍ** a alguna de les preguntes següents, es requereix, segons objecte d'estudi i Comitè d'avaluació i seguiment competent:

- CEIm-ISPV: Informe favorable
- CEEA: Informe favorable
- CEIPSA: Declaració responsable i compromís formal del professorat i alumnat implicat pel que fa al compliment de la normativa aplicable, segons consta al final del document.

Nom del professor/a responsable:
Ruth Aris

Nom de l'alumne/a:
Patricia Vilro

Ensenyament:
Màster universitari en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyaments d'Idomes (Especialitat Tecnologia)


Títol del TFM / TFG (marqueu la casella que correspongui)
Sensibilització en matèria de desenvolupament sostenible a partir de la programació d'una estació de mesura de la qualitat de l'aire interior a l'aula de tecnologia de 3er d'ESO.

Breu descripció del TFM / TFG (max. 1000 caràcters, espais inclosos):
L'INS Atacs és l'únic institut públic de la Rapta, i acull alumnes de diverses escoles de primària del municipi. L'interès creixent en millorar la consciència sobre la qualitat de l'aire interior és impulsat per la relació entre aquesta i el rendiment acadèmic. El currículum i els Objectius de Desenvolupament Sostenible promouen l'educació per la sostenibilitat, integrant-la amb la tecnologia i la digitalització. En el present treball es duu a terme un estudi quadi experimental amb grup control no equivalent, per analitzar l'impacte de la introducció de les estacions de mesura en la consciència ambiental i el coneixement dels ODS dels alumnes. La mostra consisteix en 57 alumnes de 3er d'ESO, amb dos grups: experimental (3er D) i control (3er E). S'utilitzen dos qüestionaris validats per a la recollida de dades pre i post-tests.

Indiqueu si el TFM / TFG que voleu desenvolupar inclou algun d'aquests aspectes.


Apartat	Sí	No
---------	----	----

1


UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

1. Embrions/fetus humans	
Implica cèl·lules mare embrionàries humanes (CMEM)?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Implica l'ús d'embrions humans?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Implica l'ús de teixits / cèl·lules fetals humanes?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
2. Èssers humans	
Implica la participació d'éssers humans?	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
• Són voluntaris en l'àmbit de les ciències socials o les humanitats?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Són persones incapacitades per donar el seu consentiment informat?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Són individus o grups vulnerables?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Són menors d'edat?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Són pacients?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Són voluntaris sans per a estudis mèdics?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Implica intervencions físiques en els participants?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
3. Cèl·lules/teixits humans	
Implica cèl·lules o teixits humans (diferents dels embrions/fetus humans de la secció 1)?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
4. Dades de caràcter personal i privacitat	
Implica la recollida i/o tractament de dades personals?	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
• Implica la recollida i/o tractament de dades personals sensibles, com ara, salut, vida sexual, raça, opinió política, conviccions religioses o filosòfiques?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Implica el tractament d'informació genètica?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Implica el seguiment o observació tecnològica dels participants (com ara dades de vigilància o localització, i dades WAN, com ara adreça IP, MAC, cookies, etc.)?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Implica un tractament de dades personals recopilades prèviament a aquest TFM/TFG (ús secundari)?	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5. Animals	
Implica experimentació amb animals	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
6. Països tercers	
• Cas que es desenvolupi, de manera total o parcial, en països que no pertanyen a la Unió Europea, el projecte d'R+D+i planteja problemes potencials d'ètica?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Teniu previst utilitzar recursos locals (per exemple, mostres de teixits animals o animals, material genètic, animals vius, restes humanes, materials de valor històric, mostres de fauna o flora en perill d'extinció, etc.)?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Teniu previst importar material (inclosos les dades personals) de països que no pertanyen a la Unió Europea a la Unió Europea?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

2


UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI


Teniu previst exportar material (inclosos les dades personals) des de la Unió Europea a països que no pertanyen a la Unió Europea?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
• Cas que el projecte tingui beneficis i impliqui països de baixos ingressos i/o baixos ingressos mitjans, teniu previst les accions de reparació de beneficis?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Podria la situació aïllar o posar en risc els participants?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
7. Medi Ambient/Salut i protecció	
Implica l'ús d'elements que poden causar dany al medi ambient, animals o plantes?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Tracta sobre la fauna i/o flora en perill d'extinció i/o àrees protegides?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Implica l'ús d'elements que poden causar dany als humans, inclou el personal investigador?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
8. Ús dual	
Implica productes de doble ús en el sentit del Reglament 428/2009 ¹ o altres articles per als quals es requereix autorització?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
9. Focus especials sobre aplicacions d'ús	
Podria necessitar aclariments en relació amb un enfocament exclusiu sobre aplicacions civils?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
10. Ús multitenent del resultat	
Té potencial perquè els seus resultats siguin utilitzats malament?	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
11. Altres aspectes ètics	
Hi ha algun altre aspecte ètic que hauria de ser pres en consideració? Específiqui, si us plau.	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

Confirmem que hem valorat tots els aspectes ètics descrits més amunt i que, en cas afirmatiu, els signataris ens comprometem formalment, segons objecte d'estudi i comitè d'avaluació i seguiment competent, a:

- CEIm-ISPV: Elaborar una descripció dels problemes ètics implicats i la documentació requerida, d'acord amb les indicacions de la "Guia de l'investigador/a".
- CEEA: Elaborar una descripció dels problemes ètics implicats i la documentació requerida, d'acord amb les indicacions de la "Guia de l'investigador/a".
- CEIPSA: Actuar d'acord amb la normativa aplicable en cas que el treball en qüestió tingui implicacions ètiques i respectar les recomanacions ètiques que emanin d'aquest Comitè.

¹ Productes de doble ús són aquells productes, inclòs el suport lògic (software), i la tecnologia que puguin destinar-se a usos tant civils (com militar) i que redueixen tots els productes que puguin ser utilitzats tant per a usos no explosius com per ajudar a la fabricació d'armes nuclears o altres dispositius nuclears explosius. Veure Reglament CE 428/2009 del Consell de 5 de maig de 2009.

3


UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Seguir les directrius establertes a la "Guia de l'investigador/a" i la "Guia sobre protecció de dades personals en els Treballs de Fi de Grau i Màster de la Universitat Rovira i Virgili".

Respectar la confidencialitat de les dades personals que es puguin obtenir en l'activitat d'R+D+i, tant pel que fa a l'ús acadèmic com a la difusió pública de les mateixes. Si considerem que algun resultat de l'activitat d'R+D+i pogués arribar a afectar o pagar ser d'interès per a les persones o col·lectius participants, ho comunicarem amb antelació.

No utilitzar les dades personals obtingudes en el projecte per a altres estudis diferents. En aquest darrer supòsit, sol·licitarem abans el corresponent permís d'aquest Comitè.

Tarragona, 22 de febrer de 2024

RUTH ARIS
SANCHEZ -
DNI 46960480T

Patricia Vilro

Signatura del professor/a responsable Signatura de l'alumne/a

Nota: Una vegada emplenat i signat, convertir el document a format PDF i enviar a l'adreça carlos.garcia@urv.cat

4

Annex 7. Mitjanes individuals del qüestionari sobre el grau de coneixement dels ODS

El grup 0 és el grup control

El grup 1 és el grup experimental

Grup	Sexe	Pretest	Posttest
1	0	2,5	2,25
1	1	2	3,5
1	1	2,75	3,5
1	1	1,25	4,75
1	1	1	1,75
1	1	1	3
1	0	1,75	4
1	0	2,25	3,5
1	1	2,5	4,25
1	1	1	3,5
1	1	2,25	4,75
1	0	1,75	4,5
1	1	1	4
1	1	2	3
1	1	1,5	3,25
1	1	3,25	3,75
1	1	1,25	4,75
1	1	1	3
1	1	1	2,5
1	0	1	3,75
1	1	1	4
1	0	3,25	3,5
1	0	1	3,5
1	0	3,5	3,5
1	0	2,5	3,75
1	0	2,75	1,75
1	1	2	3
1	0	2	3,5
0	1	3,5	3,75
0	1	2,5	2,25
0	0	1	1
0	0	3,75	3,5
0	1	1	1
0	1	1	2
0	0	1,75	2
0	1	1	1,75

0	0	2,5	1,75
0	1	1	1
0	0	1,75	1,75
0	0	2	1,5
0	1	1	2
0	1	1	1,75
0	0	1,25	1,5
0	1	2,75	3
0	0	3	3,25
0	0	2,75	4
0	0	3,5	2,75
0	0	2	2
0	1	3,5	3
0	0	2,75	4
0	1	3,25	4,25
0	1	1,5	1
0	1	1	1,5
0	1	1,5	1,5
0	1	2	2
0	0	1,5	1,5
0	1	1,5	1,5

Annex 8. Puntuacions mitjanes individuals del qüestionari sobre el grau de consciència ambiental

El grup 0 és el grup control

El grup 1 és el grup experimental

Grup	Pretest	Post-test
1	2,667	3,600
1	2,667	3,867
1	2,200	2,867
1	3,733	3,733
1	1,800	2,333
1	2,067	2,533
1	3,333	2,933
1	3,333	2,933
1	2,000	3,733
1	2,667	4,200
1	2,067	4,933
1	3,333	3,867
1	3,467	3,533
1	3,733	2,867
1	3,467	3,400
1	2,600	3,867
1	2,467	4,600
1	1,267	3,200
1	1,133	3,000
1	1,933	3,600
1	2,467	3,800
1	4,733	3,467
1	1,867	3,333
1	3,133	3,600
1	3,000	4,000
1	2,667	4,067
1	2,800	3,400
1	2,133	2,800
0	3,133	3,133
0	2,267	3,000
0	2,867	2,267
0	3,800	2,933
0	3,400	3,800
0	1,733	3,333
0	1,600	1,800
0	2,067	1,600

0	3,200	2,067
0	3,067	3,200
0	2,733	3,067
0	2,200	2,933
0	3,133	2,200
0	3,000	3,133
0	3,800	3,000
0	1,733	3,667
0	2,933	1,733
0	3,200	2,933
0	2,933	3,200
0	2,800	2,933
0	3,533	2,667
0	3,000	3,533
0	3,400	2,933
0	1,667	3,267
0	2,467	1,667
0	1,867	2,600
0	2,000	1,667
0	1,933	1,800
0	1,800	1,667

Annex 9. Puntuacions mitjanes individuals per a cada categoria de consciència ambiental

9.1 Categoria pràctiques

Grup	Pretest	Post-test
1	2,8	2,4
1	1,6	4
1	1,4	2,6
1	2,6	3
1	1	1,2
1	1,4	1,4
1	2,6	1,4
1	3	2,4
1	1,2	3,4
1	1,8	3,4
1	1,6	5
1	2	2,8
1	2,6	2
1	3,2	2
1	2,8	3,6
1	2,2	3,8
1	1,4	4,4
1	1	2,4
1	1	2,6
1	1,4	3
1	1,4	3
1	4,6	2,2
1	1,2	2,2
1	2	2,8
1	3	3,4
1	2,2	3,4
1	2,8	2,2
1	1,8	1,4
0	2,6	3,6
0	1,4	2,6
0	2,4	1,4
0	3,2	2,4
0	2,6	3,2
0	1,8	2,6
0	2	2
0	1,8	2
0	3,2	1,8
0	2,8	3,2

0	2	2,8
0	1,6	2,4
0	2,6	1,6
0	1,8	2,6
0	3,2	1,8
0	1,2	2,8
0	2,4	1,2
0	2,6	2,4
0	2,2	2,6
0	2,6	2,2
0	3,2	2,6
0	2,2	3,2
0	2	2,2
0	1	2
0	2	1
0	2,2	2,2
0	2	1
0	1,6	1,4
0	2	1

9.2 Categoria actituds

Grup	Pretest	Post-test
1	2,167	4,000
1	2,667	3,667
1	3,000	3,333
1	3,833	4,167
1	2,333	2,833
1	2,333	2,833
1	3,500	3,333
1	3,333	3,167
1	2,000	3,667
1	2,833	4,667
1	2,167	4,833
1	4,000	4,167
1	3,667	4,167
1	4,167	3,000
1	3,667	3,333
1	2,833	3,667
1	2,833	4,500
1	1,000	3,667
1	1,167	3,000
1	2,167	3,833
1	3,000	4,000

1	4,667	4,333
1	1,667	3,833
1	3,833	4,000
1	3,000	4,167
1	2,667	4,333
1	3,000	4,167
1	1,833	3,000
0	3,333	3,333
0	2,667	3,167
0	3,500	2,667
0	3,667	3,667
0	3,667	3,667
0	1,833	3,500
0	1,500	1,833
0	2,333	1,500
0	3,500	2,333
0	2,833	3,500
0	2,833	2,833
0	2,500	3,000
0	3,333	2,500
0	3,333	3,333
0	4,000	3,333
0	1,667	3,833
0	3,000	1,667
0	3,667	3,000
0	3,167	3,667
0	3,000	3,167
0	3,000	2,833
0	3,167	3,000
0	3,833	3,167
0	1,667	3,667
0	2,500	1,667
0	2,000	2,500
0	2,000	1,667
0	2,167	1,667
0	1,833	1,667

9.3 Categoria valors

Grup	Pretest	Post-test
1	3,250	4,500
1	4,000	4,000
1	2,000	2,500
1	5,000	4,000

1	2,000	3,000
1	2,500	3,500
1	4,000	4,250
1	3,750	3,250
1	3,000	4,250
1	3,500	4,500
1	2,500	5,000
1	4,000	4,750
1	4,250	4,500
1	3,750	3,750
1	4,000	3,250
1	2,750	4,250
1	3,250	5,000
1	2,000	3,500
1	1,250	3,500
1	2,250	4,000
1	3,000	4,500
1	5,000	3,750
1	3,000	4,000
1	3,500	4,000
1	3,000	4,500
1	3,250	4,500
1	2,500	3,750
1	3,000	4,250
0	3,500	2,250
0	2,750	3,250
0	2,500	2,750
0	4,750	2,500
0	4,000	4,750
0	1,500	4,000
0	1,250	1,500
0	2,000	1,250
0	2,750	2,000
0	3,750	2,750
0	3,500	3,750
0	2,500	3,500
0	3,500	2,500
0	4,000	3,500
0	4,250	4,000
0	2,500	4,500
0	3,500	2,500
0	3,250	3,500
0	3,500	3,250
0	2,750	3,500
0	4,750	2,500

0	3,750	4,750
0	4,500	3,500
0	2,500	4,250
0	3,000	2,500
0	1,250	3,250
0	2,000	2,500
0	2,000	2,500
0	1,500	2,500

Annex 10 Infografies finals de l'alumnat

S'exposen a continuació algunes de les infografies finals que va realitzar l'alumnat, que es corresponen amb els productes finals de la Situació d'Aprenentatge

LA IL·LUMINACIÓ

La il·luminació és important per garantir una bona qualitat de feina a l'aula perquè és fonamental per a mantenir un entorn d'aprenentatge òptim i beneficiós per a la nostra salut.

Natural **Artificial**



Pot causar:

- 1-Fatiga visual
- 2-Mal de cap
- 3-Falta de concentració
- 4-Postures musculars forçades



Com podem mesurar-la?

La llum es mesura amb l'unitat (lx) i ha d'estar entre 300 i 500 llúmens per metre quadrat. Les nostres plaques d'Arduino no podem mesurar-ho. Fem un petit prova en diferents espais i obindrem dades aproximades.



Com mantenir aquest paràmetre en condicions adequades:

- Fer ús de l'energia solar sempre que sigui possible.
- Decompartir la vista entre classes i al pati.
- Soluar el cos amb plantes.



HUMITAT

IMPORTANCIA

La humitat és vital a l'aula per mantenir-nos còmodes i saludables. Si l'aire està massa sec o massa humit, podem tenir problemes com a pell seca, irritació respiratòria i proliferació de fongs, que afecten negativament el nostre benestar.



CONSEQUÈNCIES

Un ambient massa sec pot causar problemes respiratoris i cutanis, mentre que un ambient massa humit pot propiciar la formació de fongs i àcars, causant al·lèrgies i altres problemes de salut.



PROPOSTES

Per mantenir un nivell saludable de humitat a l'aula, podem utilitzar deshumidificadors o humidificadors segons les necessitats de l'espai i assegurar una ventilació adequada.



MANTENIMENT

Per controlar la humitat, podem utilitzar sensors d'humitat que ens donin informació sobre els nivells d'humitat a l'aula, ajudant-nos a ajustar els dispositius de control segons les lectures.



ARDUINO BLOCKS

Per controlar la humitat, podem utilitzar sensors d'humitat que ens donin informació sobre els nivells d'humitat a l'aula, ajudant-nos a ajustar els dispositius de control segons les lectures. És el D4 a la placa.



EDUCACIÓ SOBRE EL TENA

És essencial educar a tota la comunitat educativa sobre la importància de mantenir un equilibri adequat d'humitat a l'aula i les mesures necessàries per assegurar un ambient saludable i còmode per a tots.



1 **Que es el Co2?**

El CO2 és l'abreviatura de diòxid de carboni un compost químic compost per fer un àtom de carboni y dos àtoms d'oxigen. Es un gas d'efecte hivernader

2

-Per què és important aquest paràmetre per a garantir una bona qualitat de l'aire a l'aula?

Es important aquest paràmetre perquè es el principal gas contaminant que hi ha en una aula, i si fosa bastant abundant en podria causar greus problemes.

3

-Quines són les conseqüències de no mesurar aquest paràmetre ni el seu nivell i tenir un bon aire?

Si se supera sovint aquesta concentració: fatiga, falta de concentració, mal de cap, baix rendiment acadèmic, somnolència, dificultats respiratòries, Interval: 400ppm-1000ppm

4

-Quines propostes podeu fer per a mantenir aquest paràmetre en una condició adequada?

Ventilar es la mes facil

5

-Com mesurariu aquest paràmetre? Amb quin sensor? Com el programariu?

Es mesurariu amb un sensor de Co2 i estaria programat ob el arduino blocks i diriem que ens marque el Co2 de l'aula.

6

-Altres qüestions relacionades que us puguin semblar interessants a comentar

Es el principal gas amb efecte d'hivernacle que s'emet arran de les activitats de l'ésser humà. L'any 2017, el CO2 va representar aproximadament el 81,6% de totes les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle

Infografia del soroll

Soroll a l'aula

El soroll a l'aula pot ser una distracció significativa per als estudiants i els professors, reduint la concentració i l'atenció. Les condicions ideals de temperatura, per a una reducció de la interferència i el desenvolupament.

Quines són les conseqüències

La dependència psicològica de soroll a l'aula pot tenir conseqüències de diferent ordre, tant físiques com psicològiques i afectant de manera directa i indirecta el nivell de concentració i l'atenció dels estudiants de la aula. El nivell de soroll a l'aula pot ser un factor que interfereixi en el desenvolupament de l'aprenentatge.

condicions adequades a l'aula?

Per aconseguir un nivell adequat de soroll a l'aula, és important establir normes de comportament, la qual permetria la dependència de l'aula i el desenvolupament de les condicions per a l'aprenentatge i el nivell de soroll.

Com mesurariu el soroll?

Es pot mesurar amb un sensor de soroll i connectar-lo a un arduino i programar-lo amb el Arduino per llegir els valors del sensor i enviar-los al monitor de pantalla, permetent-nos registrar els nivells de soroll en un dispositiu, amb diferents funcions i gràfics.

Altres qüestions

Altres qüestions relacionades amb el soroll pot ser la dependència de la qualitat del soroll en la aula i la qualitat del soroll, la influència del soroll en el desenvolupament i la dependència de les condicions de desenvolupament i la qualitat del soroll en la aula i la dependència de les condicions de desenvolupament i la qualitat del soroll en la aula.

INFOGRÀFIA TEMPERATURA

UN PARÀMETRE AMBIENTAL QUE INFLUEIX
EN EL BENESTAR DE L'AULA ÉS LA
TEMPERATURA

ACCIONS PER REGULAR LA TEMPERATURA

- Baixar les persianes on toqui el sol
- Ventilació natural
- Deixar les finestres obertes a la nit

- Utilitzar zones amb ombra
- Evitar els espais tancats
- Reduir la il·luminació

IMPACTE

És important mantenir un nivell de temperatura adequat dins de l'aula, perquè si no pot provocar diferents efectes, com per exemple:

- Dificultar la concentració
- Sensació de cansament i malestar
- Lipotímia, cop de calor



INTERVAL

L'interval adequat de temperatura en aules és de 20-24°

Com a temperatura màxima seria 35-40° aprox.

ALTRES QUESTIONS

- Com es produeix l'augment de la temperatura?
- La febre està relacionada amb la temperatura?

MESURAR

Podem mesurar la temperatura amb el termòmetre de la placa.
De manera que el programa estaria interpretat amb els sensors de la placa, és a dir, la temperatura de la placa no és la mateixa a la realitat.

IL·LUMINACIÓ



Importància de la il·luminació

- REDUEIX EL CANSAMENT DELS ULLS
- ENS APORTA ENERGIA
- ENS POTENCIA EL BON HUMOR
- AUGMENTA LA CONCENTRACIÓ

És millor utilitzar llums naturals o si és artificial que sigui de bona qualitat



Conseqüències d'una mala il·luminació

- FATIGA VISUAL
- FALTA DE CONCENTRACIÓ
- MAL DE CAP
- POSTURES MUSCULARS



Temperatura a l'aula

EL QUE PODEM FER PER MANTENIR LA TEMPERATURA ADEQUADA ÉS TENIR LA LLUM DE 300 A 500 LUMENS PER METRE CUADRAT

Lumens (lm)

Amb les lumens (lm) es mesura la il·luminació de l'aula, el podem programar amb Arduino blocks



Una altra qüestió interessant

Com la tecnologia ha pogut canviar tant les nostres vides, i fe que nosaltres poguéssim veure tot de millor manera?

QUALITAT DE L'AIRE: LA HUMIDAT

Importància de la humitat

És important tenir un percentatge d'humitat de 40 a 60 % ja que una alta humitat absorbeix fongs i àcars per tant podria incrementar les al·lèrgies i una baixa humitat podria augmentar les respiratòries i la sequedat.



Salut i benestar

La manca de manteniment de la qualitat de la humitat pot tenir diverses conseqüències per a la salut i el benestar:

- Afectacions respiratòries
- Mal d'ulls
- Mal de cap
- Migranyes
- Sèpsies de malaltia

El nivell d'humitat de qualitat d'humitat relativa en un ambient interior cal mantenir-lo aproximadament entre el 40% i el 60%.



Manteniment de la humitat

Per mantenir una bona qualitat de la humitat de l'aire a l'aula podries plantar plantes, ja que aquestes absorbeixen i també alliberen la humitat, mantenint-la en un rang de 40% a 60% d'humitat o folla. Com les plantes absorbeixen aigua i alliberen diòxid de carboni podries obrir les finestres un 25% per tal de no mantenir l'aire estancat.



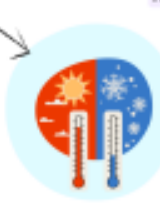
Com calculem la humitat

Es pot utilitzar un dispositiu anomenat higròmetre. Un higròmetre és un aparell que mesura la quantitat de vapor d'aigua en l'aire i expressa aquesta quantitat com a percentatge de la quantitat màxima d'aigua que l'aire podria contenir a una determinada temperatura. La humitat es mesura amb el sensor higròmetre. Heu de programar els sensors per a mesurar l'humitat.



Altres qüestions relacionades

La humitat relativa, pot afectar la percepció de la temperatura. Per exemple, un dia calorós amb alta humitat es pot sentir més incòmode que un dia igualment calent però amb baixa humitat.



EL SOROLL

-PER QUÈ ÉS IMPORTANT AQUEST PARÀMETRE PER A GARANTIR UNA BONA QUALITAT DE L'AIRE A L'AUJA?

El soroll és un factor indirecte però significatiu en la qualitat de l'aire a l'aula per diverses raons:

1. Sistemes de ventilació
2. Distorsions i condicions inadequades
3. Sorolls externs

2 -QUINES SÓN LES CONSEQÜÈNCIES PER A LA SALUT I EL BENESTAR DE NO MANTENIR AQUEST PARÀMETRE EN EL SEU INTERVAL ÒPTIM? QUIN ÉS AQUEST INTERVAL?

L'interval és que no es pot parlar més de 35-40 decibels. Les conseqüències són:

1. Dificultat de concentració
2. Estrès i fatiga
3. Malestar general



3 -QUINES PROPOSTES PODEU FER PER A MANTENIR AQUEST PARÀMETRE EN UNES CONDICIONS ADEQUADES A L'AUJA?

La comunicació efectiva i el benestar dels estudiants. Com ara:

1. Establir Normes i Expectatives.
2. Recursos Visuals
3. Ús de la Tecnologia
4. Espais de Treball Silenciosos
5. Planificació de les Activitats

El mesurarem amb un sonòmetre a una aula normal. Per programar-lo seguirem els següents passos:

1. Selecció del sensor
2. Recollida de dades
3. Calibració del sensor
4. Programació del sensor
5. Anàlisi de dades
6. Interpretació dels resultats

-COM MESURAREM AQUEST PARÀMETRE?

AMB QUIN SENSOR? COM PROGRAMAREM EL



5 -ALTRES QÜESTIONS RELACIONADES QUE US QUIN SEMBLAR INTERESSANTS A MENTAR

Altres qüestions podrien ser:

1. Com influeix el soroll en l'aprenentatge i l'estat d'ànim?
2. Quines tècniques específiques es poden implementar per reduir el soroll a l'aula?
3. Com afecta el soroll als estudiants amb necessitats especials?