

Prosiect Tystiolaeth Waelodlin ac Ymchwil ar gyfer Cydraddoldeb Rhywiol mewn STEM

Adroddiad terfynol: 1. Adolygiad Ilenyddiaeth

Cyflwynwyd i Swyddfa Gwyddoniaeth
Llywodraeth Cymru gan Ymchwil Arad

Gorffennaf 2020

Ymchwil Arad
8 Rhodfa Columbus
Maes Brigantîn
Caerdydd CF10 4SD
029 2044 0552
www.aradresearch.com

ymchwil
arad
research

Tabl Cynnwys

1. Cyflwyniad	3
1.1 Diffiniadau	3
1.2 Cyd-destun	4
1.3 Cydraddoldeb rhywiol mewn prosiectau STEM	5
2. Methodoleg	11
2.1 Cwestiynau a chwmpas yr adolygiad.....	11
2.2 Trosolwg o'r dull gweithredu.....	11
3. Canfyddiadau	16
3.1 Addysg y blynyddoedd cynnar ac addysg gynradd.....	16
3.2 Addysg uwchradd	21
3.3 Addysg Ôl-16 ac Addysg Uwch.....	33
3.4 Ymchwilwyr STEM a chyflogaeth yn gysylltiedig â STEM.....	40
4. Casgliad a'r goblygiadau o ran mynd i'r afael â chydraddoldeb rhywiol mewn STEM	45
4.1 Addysg y blynyddoedd cynnar ac addysg gynradd.....	45
4.2 Addysg mewn ysgolion uwchradd	46
4.3 Addysg Ôl-16 ac Addysg Uwch.....	47
4.4 Ymchwilwyr STEM a chyflogaeth yn gysylltiedig â STEM.....	48
4.5 Nodyn i gloi a'r camau nesaf	49
Cyfeiriadau	51

Rhestr o ffigurau a thablau

Ffigur 1.1: Enghreifftiau o brosiectau STEM yng Nghymru	10
Ffigur 2.1: Camau'r broses adolygu llenyddiaeth	12
Ffigur 2.2: Cofnod o werthusiadau o ymyriadau a adolygwyd gan gymheiriaid yn ôl cyfnod addysg.....	15
Tabl 1.1 Enghreifftiau o brosiectau STEM yng Nghymru	7
Tabl 2.1: Enghraifft o chwiliad cronfa ddata	13

1. Cyflwyniad

Comisiynwyd Ymchwil Arad gan Swyddfa Gwyddoniaeth Llywodraeth Cymru i ymgymryd â Phrosiect Tystiolaeth Waelodlin ac Ymchwil ar gyfer Cydraddoldeb Rhywiol mewn STEM. Cynhyrchwyd tri adroddiad (a chrynodeb ffeithlun ar wahân) fel rhan o allbynnau terfynol yr astudiaeth:

1. Adolygiad llenyddiaeth (yr adroddiad hwn).
2. Adolygiad o ddata.
3. Barn rhanddeiliaid.

Mae'r adroddiad hwn yn cyflwyno canfyddiadau'r adolygiad llenyddiaeth. Mae'n crynhoi'r dystiolaeth, sy'n deillio o bob rhan o'r Deyrnas Unedig ac yn rhyngwladol, o ymyriadau sy'n anelu at wella cydraddoldeb rhywiol mewn STEM (Gwyddoniaeth, Technoleg, Peirianeg a Mathemateg) er mwyn deall:

- yr hyn sy'n gweithio;
- pa wersi y gellir eu dysgu;
- pa ymyriadau y gellid eu rhoi ar waith yng Nghymru o bosibl.

1.1 Diffiniadau

Mae'n bwysig bod y diffiniadau o 'gydraddoldeb rhywiol' a 'STEM' yn cael eu hegluro. Er mwyn sicrhau cysondeb ag allbynnau eraill Llywodraeth Cymru, ystyrir y diffiniad o rywedd a gyflwynir gan Parken (2018) – 'mae rhywedd yn cyfeirio at un echel o haenau cymdeithasol ac economaidd, ac nid at fioleg. Cyflawnir prosesau cymdeithasol rhyweddol drwy ddeuoliaeth wrthgyferbyniol, lle caiff rolau, nodweddion, sgiliau ac ymddygiadau â gwerthoedd gwahanol eu priodoli'n ystrydebol i ddynion a menywod.' (Parken, 2018, tud. 11).

Nodir bod cydraddoldeb rhywiol yn rhywbeth ar gyfer menywod a dynion, gan gydnabod bod prosesau cymdeithasol cysylltu pethau â rhywedd yn cael effeithiau negyddol ar fenywod a dynion. Gall cydraddoldeb olygu cyfle neu ddeiliant cyfartal (Parken, 2018, tud. 9). Fodd bynnag, mae'n amlwg bod y gwaith ymchwil hwn yn rhoi mwy o bwyslais ar ymchwilio i'r cyfleoedd a'r canlyniadau i fenywod.

Mae Llywodraeth Cymru yn pwysleisio bod Gwyddoniaeth, Technoleg, Peirianeg a Mathemateg yn dod o dan ymbarél STEM (Llywodraeth Cymru, 2012, tud.3; Llywodraeth Cymru, 2016, tud. 2) ac mae'n cynnwys Meddygaeth hefyd (Llywodraeth Cymru, 2017a, tud. 1). Fodd bynnag, gall 'STEM' fod yn faes eang a chymhleth (Sefydliad Gwyddoniaeth Cenedlaethol yr UD, 2010, tud. 15), ond gyda diffyg diffiniad a dderbynnir yn gyffredinol ym myd addysg a'r sector cyflogaeth (Swyddfa Archwilio Genedlaethol, 2018, tud. 5). Cynigiwyd nad oes angen gorfodi diffiniad unigryw (Siekman, 2016, t. 2). Er mwyn crynhoi'r llenyddiaeth ymchwil sydd ar gael, at ddibenion yr adolygiad hwn, dehonglir STEM yn ei ystyr ehangaf, fel y gwelir o'r termau chwilio a ddefnyddir (Adran 2). Mae'r adolygiad o ddata yn grwpiau pynciau yn unol â hynny ac yn cynnwys pynciau academaidd STEM, pynciau galwedigaethol STEM, pynciau Gwyddor Gymdeithasol a phynciau academaidd eraill.

1.2 Cyd-destun

Mae'r proffesiynau Gwyddoniaeth, Technoleg, Peirianeg a Mathemateg (STEM) yn bwysig i fywiogrwydd a llwyddiant cenedl. Fodd bynnag, mae prinder sgiliau yn y sector STEM ac mae menywod wedi'u tangynrychioli'n sylweddol. Gyda menywod yn y lleiafrif ym meysydd STEM, mae UNESCO yn hyrwyddo blaenoriaeth gyffredinol ar gyfer cydraddoldeb rhywiol ar bob lefel addysg a thrwy gydol gyrfaoedd menywod (UNESCO, 2016, t. 3). Wrth wneud hynny mae UNESCO yn pwysleisio pwysigrwydd y nod datblygu cynaliadwy i gyflawni cydraddoldeb rhywiol a grymuso pob menyw a merch (Y Cenhedloedd Unedig, 2019). Os bydd cyrhaeddiad menywod mewn STEM yn cynyddu adroddir y byddai effaith gadarnhaol ar allu cynhyrchiol posibl yr economi (Sefydliad Ewropeaidd ar gyfer Cydraddoldeb Rhywiol, 2017, tud. 53).

Rhagwelir y bydd twf sylweddol yng nghyfran y swyddi STEM proffesiynol yn economi'r DU erbyn 2024 (Comisiwn Cyflogaeth a Sgiliau'r DU, 2016, tud. 73). Ac eto, er gwaethaf y ffaith bod niferoedd cynyddol o fenywod yn mynd i'r brifysgol ac yn llenwi swyddi medrus iawn, ni fu cynnydd tebyg yn nifer y menywod a gyflogir mewn meysydd gwyddonol a phroffesiynol lle mae mwyafrif y gweithlu yn wrywod yn draddodiadol (Y Comisiwn Ewropeaidd, 2012, tud. 44). Mae'r DU yn cynhyrchu 36,000 yn llai o beirianwyr na'r hyn sydd ei angen, ac er bod cyfran y benywod yn y gweithlu STEM yn cynyddu, y DU sydd â'r gyfradd cyfranogi isaf yn Ewrop ymysg benywod (Macdonald, 2014, tud. 11), a dim ond 17 y cant o fyfyrwyr peirianeg a thechnoleg ym mhrifysgolion Cymru sy'n fenywod (HESA, 2019).

Mae Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol (Cymru) Llywodraeth Cymru yn tynnu sylw at bwysigrwydd cydraddoldeb, ac mae 'Cymru sy'n fwy cyfartal' yn un o'r saith nod llesiant (Llywodraeth Cymru, 2015a, tud. 6). Nododd adolygiad diweddar o bolisiau rhywedd a chydaddoldeb yng Nghymru fod tystiolaeth o gynnydd, ond eto mae sicrhau cydraddoldeb yn dibynnu ar ddefnydd creadigol a chydweithredol o egwyddorion ac offer prif ffrydio rhywedd (Parken, 2018, tud. 7); ac mae angen 'gweledigaeth ddewr a rennir ar gyfer cydraddoldeb rhywiol' (Davies, Furlong, a Wharf, 2018, tud. 61).

Yn 2010 lansiodd Llywodraeth Cymru yr Academi Wyddoniaeth Genedlaethol; 'cynghrair gydweithredol o sefydliadau oedd â diddordeb mewn STEM' (Llywodraeth Cymru, 2012, tud. 22). Ers lansio Gwyddoniaeth i Gymru yn 2012 (Llywodraeth Cymru, 2017a, tud. ii), fe wnaeth yr Academi Wyddoniaeth Genedlaethol ennyn diddordeb pobl ifanc mewn STEM drwy raglenni cyllido, a chyfeirir at rai o'r rhain yn Adran 1.3. Mae Swyddfa Gwyddoniaeth Llywodraeth Cymru bellach yn ariannu, yn hyrwyddo ac yn cydlynu'r gwaith o gyfoethogi STEM ledled Cymru gan flaenoriaethu ymgysylltiad pobl ifanc â STEM, gan gynnwys mynd i'r afael â'r 'pryder hirsefydlog ynghylch colli' talent STEM wrth i ferched a menywod ddewis peidio â dilyn astudiaethau STEM, gan arwain at brinder recriwtio, cadw a hyrwyddo mewn ymchwil a chyflogaeth STEM (Llywodraeth Cymru, 2017a, tud. 5; Llywodraeth Cymru, 2015b).

Mae Llywodraeth Cymru yn pwysleisio pwysigrwydd cwricwlwm arloesol, perthnasol i bobl ifanc (Llywodraeth Cymru, 2014, tud 18); ac mae tegwch yn ganolog i ddatblygiadau'n ymwneud â'r cwricwlwm newydd yng Nghymru (Llywodraeth Cymru, 2017b, t. 17). Mae eraill yn cefnogi hyn gan nodi bod addysg yn allweddol i fynd i'r afael â materion cydraddoldeb rhywiol ac amrywiaeth mewn STEM (Holford a Lappin-Scott, 2016, tud. 18); ac er y cydnabuwyd y bu rhywfaint o gynnydd mewn tegwch o ran rhywedd mewn STEM, mae'r 'diddordeb a'r nifer sy'n cymryd rhan mewn dysgu STEM, yn enwedig ymhlith merched' yn parhau i fod yn flaenoriaeth yng Nghymru (Llywodraeth Cymru, 2016, tud. 28).

1.3 Cydraddoldeb rhywiol mewn prosiectau STEM

Mae'r adran hon yn darparu trosolwg byr o ddeholiad o brosiectau STEM sy'n cael eu hariannu a'u darparu ar hyn o bryd gan ystod o sefydliadau. Mae'n cynnwys sampl o weithgareddau sydd ar gael ledled y Deyrnas Unedig, enghreifftiau sy'n unigryw i bob un o bedair gwlad y DU a rhagor o fanylion ynghylch sampl o weithgareddau sydd ar gael yng Nghymru. Mae llawer o'r gweithgareddau'n gynhwysol ac yn agored i bawb rhwng ystodau oedran penodol. Mae yna hefyd rai prosiectau sy'n targedu cyfranogiad benywod yn benodol.

1.3.1 Gweithgareddau cyfoethogi STEM yn y DU

Mae enghreifftiau o weithgareddau cyfoethogi STEM ledled y DU, yn cynnwys Gwobrau CREST, sy'n cydnabod prosiectau STEM wedi'u harwain gan fyfyrwyr i bobl ifanc 5-19 oed. Mae ystod o weithgareddau wedi'u darparu er 1986, sy'n amrywio o heriau awr o hyd i brosiectau sy'n cwmpasu dros 70 awr o waith neu fwy. Codir tâl i gymryd rhan yng Ngwobrau CREST, ond i'r rhai sy'n cymryd rhan yng Nghymru mae mwyafrif y gweithgareddau wedi'u rhestru fel rhai am ddim, gyda'r cyllid yn cael ei ddarparu gan Swyddfa Gwyddoniaeth Llywodraeth Cymru ar hyn o bryd. Mae cyfranogwyr mewn rhannau eraill o'r DU yn talu rhwng £3-20 yn dibynnu ar y gweithgaredd (Gwobrau CREST, 2019). Mewn gwerthusiad o CREST yng Nghymru, amlygwyd pwysigrwydd y cymhorthdal ffioedd a daeth yr adroddiad i'r casgliad pe bai'r cymhorthdal yn cael ei ddileu y gallai cyfraddau cyfranogi haneru (Vector STEM Partnership, 2018, tud. 2). Ers 2010, mae cyfranogiad yng Ngwobr CREST yng Nghymru wedi codi o lefel a oedd yn sylweddol is na chyfartaledd y DU i ddwywaith y cyfartaledd (2016-17), ac mae'n parhau i godi. Mae The Big Bang yn cyflwyno ystod o ffeiriau rhanbarthol a chenedlaethol i annog gweithgareddau STEM ymarferol ledled y DU, gan gynnwys ffeiriau yng ngogledd a de Cymru a gynhelir mewn cydweithrediad â Chynllun Addysg Beirianneg Cymru (EESW)/ STEM Cymru. Mae cyfran uchel o fyfyrwyr sy'n cymryd rhan yn EESW/STEM Cymru hefyd yn cwblhau Gwobr Aur CREST, gyda ffigurau yn sylweddol uwch yng Nghymru nag yn y rhanbarth cymharu yn Lloegr (2016-17 - Cymru 527; Gogledd Ddwyrain Lloegr 165 (Vector STEM Partnership, 2018, tud. 1)). Mae Tabl 1.1 yn darparu mwy o wybodaeth am CREST ac EESW/STEM Cymru.

Mae cwpl o enghreifftiau o raglenni cyfoethogi STEM a ddarperir yng ngwledydd eraill y DU yn cynnwys rhaglen arweinwyr ifanc STEM (Young STEM Leaders Programme) a dreialwyd yn yr Alban ac sydd i fod i gael ei lansio'n llawn yn 2020,¹ sy'n cynnwys grŵp llywio ieuencid fel elfen allweddol o'r rhaglen ac mae cwpl o astudiaethau achos yn cyflwyno canfyddiadau o'r rhaglen beilot.² Yng Ngogledd Iwerddon mae Deliberate Learning yn gweithio mewn partneriaeth â STEM Learning i ddarparu lleoliadau a chysiau wedi'u hariannu ar gyfer technegwyr ac athrawon Gwyddoniaeth.³

¹ [Rhaglen Arweinwyr Ifanc STEM](#) (Saesneg yn unig)

² [Astudiaethau achos Pilot Rhaglen Arweinwyr STEM Ifanc](#) (Saesneg yn unig)

³ [Deliberate Learning](#)

1.3.2 Gweithgareddau cyfoethogi STEM a gyflwynir yng Nghymru

Mae STEM Learning yn ddarparwr addysg STEM a chymorth gyrfaedd sy'n cwmpasu'r DU gyfan⁴ a Techniquet yw Partner Dysgu Gwyddoniaeth y sefydliad yng Nghymru, gyda Gweld Gwyddoniaeth⁵ hefyd yn gweithio mewn partneriaeth i gyflawni'r elfen Hwb Llysgenhadon STEM. Gwirfoddolwyr yw Llysgenhadon STEM sy'n cysylltu ag ysgolion a cholegau. Yn gyffredinol, mae'r fenter yn nodi ei bod o fudd i fwy na dwy filiwn o bobl ledled y DU, gan gynnwys athrawon a dysgwyr bob blwyddyn, gan gynnwys athrawon gwyddoniaeth sy'n nodi eu bod yn fwy tebygol o barhau i ddysgu ar ôl cael hyfforddiant datblygiad proffesiynol gan STEM Learning (STEM Learning, 2019, tud. 1). Mae rhagor o wybodaeth am bartneriaid Cymru wedi'i chynnwys yn Nhabl 1.1. Mae Gweld Gwyddoniaeth⁶ yn sefydliad sy'n darparu gweithgareddau cyfoethogi gwyddoniaeth yng Nghymru i bob grŵp oedran ac yn cydlynu Hwb Llysgenhadon STEM Cymru.

Mae sefydliadau fel y Sefydliad Ffiseg, Sefydliad y Peirianwyr Sifil a'r Academi Beirianeg Frenhinol hefyd yn cefnogi ehangu mynediad ac yn darparu gweithgareddau rhyngweithiol i fyfyrwyr, gan gynnwys prosiectau a gyflwynir yng Nghymru. Darperir rhagor o wybodaeth am rai o'r mentrau hyn yn Nhabl 1.1. Mae'r fenter First Campus a ariennir gan CCAUC (Cyngor Cyllido Addysg Uwch Cymru) hefyd yn cynnwys gweithgareddau ymgysylltu â STEM er mwyn ehangu mynediad i addysg uwch i bobl ifanc ac oedolion, a ddarperir gan Brifysgolion Caerdydd a Phrifysgol Metropolitan Caerdydd, Prifysgol De Cymru a Choleg Brenhinol Cerdd a Drama Cymru.⁷

Ymysg y mentrau eraill sy'n cefnogi ehangu cyfranogiad mewn astudiaeth STEM a gyrfaedd ledled y DU i fenywod ym mhob grŵp oedran mae'r Ymgyrch WISE,⁸ sy'n gweithio i gynyddu cyfranogiad, cyfraniad a llwyddiant menywod mewn STEM. Ym mis Medi 2019, lanswyd menter Menywod Cymru mewn STEM (sydd hefyd yn cael ei chefnogi gan gyllid CCAUC) i hwyluso cyfranogiad benywod mewn STEM ar bob cam gyrfa ac mae'n lletya canolfan ranbarthol Cymru ar gyfer WISE. Mae Chwarae Teg hefyd yn cyflwyno ystod o brosiectau sy'n cefnogi pobl ifanc a gweithwyr proffesiynol ledled Cymru e.e. Nid dim ond ar gyfer bechgyn - lle mae myfyrwyr benywaidd yn cwrdd â modelau rôl ac yn dysgu am yrfaedd 'anhraddodiadol' i fenywod, a Cenedl Hyblyg 2 - rhaglen datblygu gyrfa.⁹

Nid oedd adnoddau ar gael i gynnal archwiliad llawn o'r holl weithgareddau cyfoethogi STEM a ddarperir yng Nghymru, ond mae'r enghreifftiau uchod yn rhoi rhyw syniad o'r math o weithgareddau a sefydliadau sy'n ymwneud â chefnogi ymgysylltiad â STEM a chynyddu cyfranogiad mewn STEM. Mae Tabl 1.1 yn rhoi trosolwg o sampl o rai o'r sefydliadau allweddol, y cyllid cyfredol a'r math o weithgareddau sy'n canolbwyntio ar STEM a ddarperir ledled Cymru, ac mae Ffigur 1.1 yn dangos lleoliad rhai o'r rhain. Mae hyn yn dangos yr ystod o weithgareddau a gyflwynir ledled Cymru. Mae'n bwysig nodi bod y prosiectau fel arfer ar gael i bawb, ond eto, mewn rhai achosion un o'r amcanion gweithredol fydd cynyddu cyfranogiad benywod ac mae rhai gweithgareddau'n targedu hyn yn benodol.

⁴ [STEM Learning](#)

⁵ [Gweld Gwyddoniaeth](#)

⁶ [Gweld Gwyddoniaeth](#)

⁷ [First Campus](#)

⁸ [Ymgyrch WISE](#)

⁹ Teg Teg - [Nid dim ond ar gyfer bechgyn](#) a [Cenedl Hyblyg 2](#).

Ffocws yr adolygiad llenyddiaeth hwn yw dysgu pa ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM sy'n gweithio a pha wersi y gellir eu dysgu er mwyn nodi'r math o ymyriadau y byddai modd eu gweithredu yng Nghymru. O ganlyniad, mae'r pwyslais yn yr adolygiad hwn ar werthusiadau o ymyriadau sy'n ceisio mynd i'r afael â'r cydbwysedd o ran rhywedd ar gyfer astudio STEM, a dilyn llwybrau gyrfa sy'n gysylltiedig â STEM. Trafodir y dull a fabwysiadwyd ar gyfer yr adolygiad yn yr adran ganlynol cyn cyflwyno crynodeb o'r canfyddiadau allweddol.

Tabl 1.1. Enghreifftiau o brosiectau STEM yng Nghymru

Prosiect STEM	Disgrifiad
Cracio'r Cod ¹⁰	Wedi'i lansio yn 2017, darperir £300,000 y flwyddyn dros dymor Cynulliad Cymru - £1.3 miliwn (o'r Grant Gwella Addysg). Dyrennir y cyllid i'r consortia addysg rhanbarthol ar gyfer clybiau codio allgwricwlaidd ac mae hefyd yn cynnwys adnoddau i godio a dysgu codio yn Gymraeg. Mae rhanddeiliaid allweddol megis Code Club UK, Sony, y DVLA a Technocamps yn cefnogi Cracio'r Cod.
CREST	Prif raglen Cymdeithas Wyddoniaeth Prydain yw CREST sy'n darparu gweithgareddau cyfoethogi STEM i blant 5-19 oed. Mae Llywodraeth Cymru wedi rhoi cymhorthdal tuag at gost ceisiadau CREST ers 2010, ac ar hyn o bryd mae'n cael ei sianelu drwy Swyddfa Gwyddoniaeth Llywodraeth Cymru. Mae cyfranogiad yn y Wobr yng Nghymru wedi codi o lefel a oedd yn sylweddol is na chyfartaledd y DU yn 2010 i ddwywaith y cyfartaledd (2016-17), ac mae'n parhau i godi. ¹¹
Cynllun Addysg Beirianneg Cymru (EESW) / STEM Cymru	Mae'r sefydliad wedi cyflwyno gweithgareddau peirianeg i fyfyrwr ledled Cymru er 1989, gan gynnwys rhai a gefnogir gan Gronfa Gymdeithasol Ewrop (ESF) tan 2021. Yn sgil y ffaith bod Academi Wyddoniaeth Genedlaethol yng Nghymru wedi dod i ben, dyrannodd Llywodraeth Cymru £171,470 o gyllid Cwricwlwm STEM yn 2019 i'r sefydliad (mae rhagor o wybodaeth am weithgareddau EESW wedi'i chynnwys yn Adran 3.2.1).
Rhaglen Gymorth Mathemateg Bellach ¹²	Wedi'i darparu gan Brifysgol Abertawe er 2014, caiff ei hariannu gan Lywodraeth Cymru ar gyfradd o £500,000 y flwyddyn. Mae'r rhaglen wedi'i hanelu at gyflawnwyr uchel ac mae'n cwmpasu pedwar maes; dysgu proffesiynol, adnoddau addysgu am ddim, cyfoethogi, dysgu a chymorth i fyfyrwr.
Gwella'r Cydbwysedd o ran Rhywedd	Wedi'i hariannu ar gyfradd o £55,000 gan Lywodraeth Cymru a £35,000 gan Sefydliad Waterloo, y Sefydliad Ffiseg sy'n cyflawni'r prosiect hwn (Medi 2019-Awst 2020), sy'n ceisio mynd i'r afael â stereoteipiau rhywedd negyddol wrth ddysgu STEM ac mae'n cynnwys dwy ysgol gyfun a'r ysgolion sy'n eu bwydo (Trefynwy a Phen-y-bont ar Ogwr).

¹⁰ [Cracio'r Cod](#)

¹¹ Mewn cymhariaeth o CREST yng Nghymru a Gogledd Ddwyrain Lloegr adroddwyd bod 1,593 o Wobrau CREST wedi'u hennill yng Nghymru yn 2016-17 o gymharu ag 856 yng Ngogledd-ddwyrain Lloegr. (Vector STEM Partnership (2018) CREST in Wales, Final Evaluation).

¹² [Rhaglen Gymorth Mathemateg Bellach](#)

Prosiect Mentora Ffiseg ¹³	Wedi'i arwain gan Brifysgol Caerdydd, £200,000 ar gyfer 2018, blwyddyn beilot wedi'i hariannu gan CCAUC (Cronfa Ddinesig). Cyflawnir y prosiect gan brifysgolion Aberystwyth, Bangor, Caerdydd ac Abertawe a Phrifysgol De Cymru. 87 o fyfyrwyr o flynyddoedd 10/11 a 21 o fentoriaid prifysgol (mae gwybodaeth bellach wedi'i chynnwys yn Adran 3.2.6).
STEM Gogledd ¹⁴	Gydag £1.4 miliwn o gyllid ESF a £500,000 gan Lywodraeth Cymru (2019-22), bydd y gweithgareddau'n cynnwys ymweliadau â chyflogwyr, cyflogwyr a llysgenhadon STEM yn ymweld ag ysgolion, clybiau dydd Sadwrn i ferched, ar gyfer pobl ifanc 11-19 oed yng Nghonwy, Ynys Môn a Gwynedd (2019-22). Mae gan y prosiect darged o 600 o ddisgyblion dros y tair blynedd (60 y cant yn fenywod).
Rhwydwaith Ysgogi Ffiseg	Gyda chyllid o £140,000 y flwyddyn gan Lywodraeth Cymru, mae'r Sefydliad Ffiseg wedi darparu cymorth datblygiad proffesiynol pwrpasol mewn ffiseg ar gyfer athrawon ffiseg anarbenigol ers 2014. Ar hyn o bryd mae 48 o ysgolion uwchradd ledled Cymru yn cymryd rhan mewn 150 o sesiynau dysgu proffesiynol wedi'u hamserlennu. Nod y rhaglen yw magu hyder ac fe'i cyflwynir ar y cyd â'r consortia addysg rhanbarthol.
Prifysgol Abertawe - Canolfan Cosmos	Ystafell ddosbarth bwrpasol yn y Ganolfan Gwyddoniaeth/Mathemateg i ysgolion ymweld â hi - mae'r ffocws bob amser ar gyfranogwyr benywaidd.
Cynllun Gwyddoniaeth i Ysgolion (S4) ¹⁵	Wedi'i gyflwyno gan Brifysgol Abertawe er 2012. Ers 2018 mae S4 wedi ffurfio rhan o Gonsortium Trio Sci Cymru sy'n cwmpasu Cymru gyfan, gyda chefnogaeth cyllid ESF a Llywodraeth Cymru. Ar hyn o bryd mae S4 yn cynnal rhaglen tair blynedd ddwys gyda dros 500 o bobl ifanc o saith o ysgolion partner yn Ne Cymru. Mae pob cyfranogwr yn mynychu rhwng tri a chwe digwyddiad bob blwyddyn ar gampws y Brifysgol. Ceir rhagor o fanylion am y gwerthusiad o'r rhaglen yn Adran 3.1.2.
Techniquet	Wedi'i leoli yng Nghaerdydd ¹⁶ ac ar Gampws Prifysgol Glyndŵr yn Wrecsam, ¹⁷ darperir profiadau gwyddoniaeth rhyngweithiol. Mae grant Llywodraeth Cymru wedi cael ei ostwng yn raddol bob blwyddyn ers 2017 ac ar hyn o bryd mae'n £650,000, gyda dim cyllid yn 2021-22 sy'n ei gwneud yn ofynnol i'r elusen symud i bortffolio cyllido mwy amrywiol.
Technocamps 2 ¹⁸	Prifysgol Abertawe sy'n rheoli'r rhaglen hon a ariennir gan ESF (£3.8 miliwn) a Llywodraeth Cymru (£1.5 miliwn) (£300,000 y flwyddyn (2019 a 2020); £150,000 y flwyddyn (2021 a 2022)). Y partneriaid eraill yw Prifysgolion Aberystwyth, Bangor, Caerdydd, Abertawe a De Cymru. Bydd y prosiect yn gweithio gyda 3,600 o bobl ifanc o bob rhan o Orllewin Cymru, Gogledd Cymru a Chymoedd De Cymru, a bydd dwy ran o dair ohonynt yn fenywod. Bydd y prosiect yn targedu ysgolion uwchradd lle nad yw cyfrifiadureg yn cael ei gynnig fel pwnc TGAU ar hyn o bryd, neu lle mae ond wedi dod ar gael yn ddiweddar. Mae rhagor o fanylion yn Adran 3.2.1. Mae Technocamps wedi gweithredu er 2003, cafodd gyllid gan WFO yn 2011 - ymgysylltodd y prosiect pedair blynedd hwn ag 8,700 o gyfranogwyr.

¹³ [Prosiect Mentora Ffiseg](#)

¹⁴ [STEM Gogledd](#)

¹⁵ [Cynllun Gwyddoniaeth i Ysgolion Prifysgol Abertawe \(S4\)](#)

¹⁶ [Techniquet Caerdydd](#)

¹⁷ [Techniquet Glyndŵr](#)

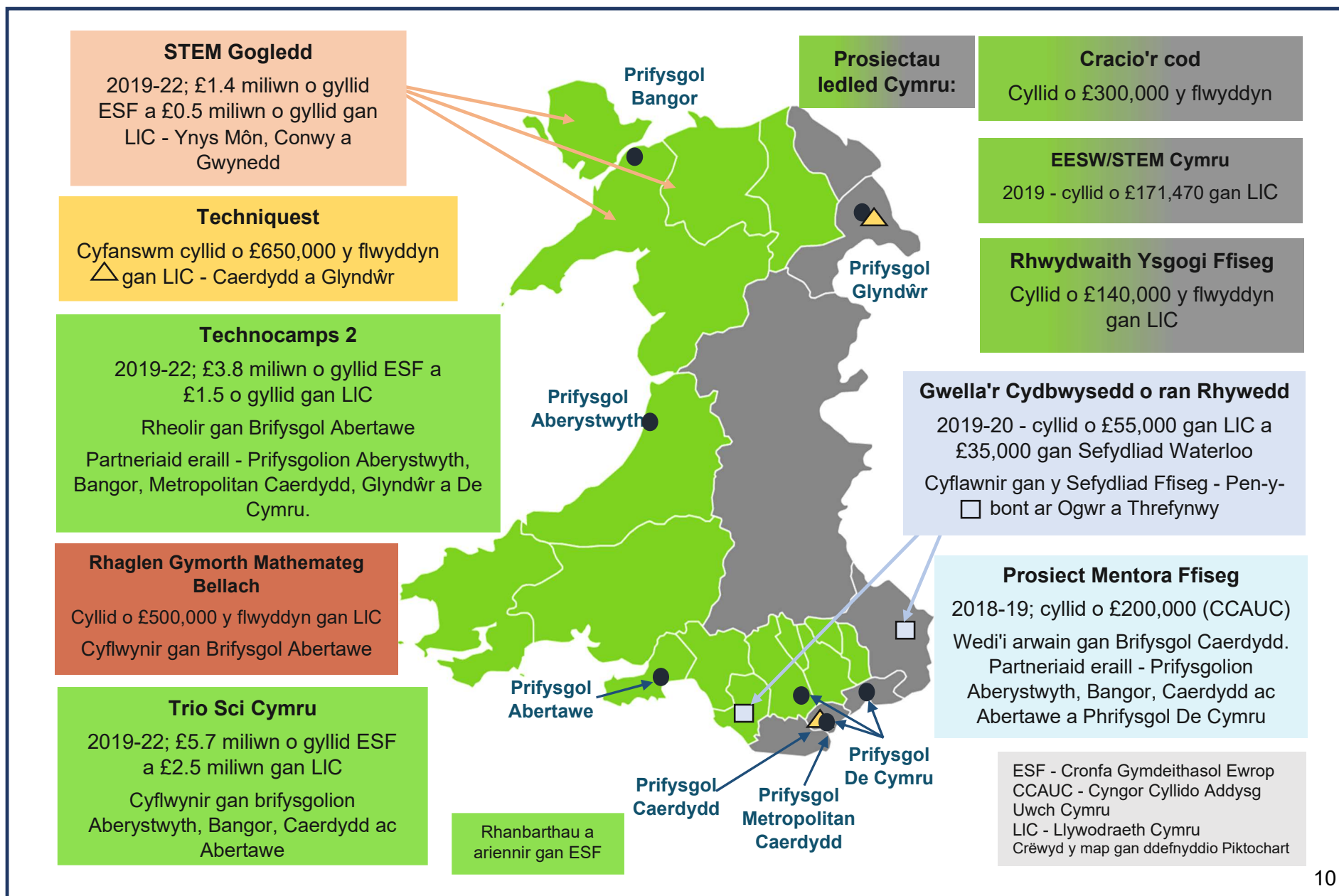
¹⁸ [Technocamps](#)

Trio Sci Cymru ¹⁹	Ymhlith y partneriaid mae - Prifysgolion Bangor, Abertawe, Aberystwyth a Chaerdydd, gyda £5.7 miliwn wedi'i ariannu gan ESF a £2.5 miliwn gan Lywodraeth Cymru - 2019-2022 (3 blynedd). Targed - 5,600 o bobl ifanc 11-14 oed o 30 o ysgolion (gogledd a gorllewin Cymru a chymoedd de Cymru).
Prosiect Peirianeg y Cymoedd ²⁰	Wedi'i ariannu'n llawn gan Ymddiriedolaeth Panasonic, mae'r rhaglen bum mlynedd hon a lansiwyd ym mis Mawrth 2018, yn gweithio mewn partneriaeth â Choleg Gwent a Choleg Merthyr Tudful, gan weithio ysgolion ar draws cymoedd de Cymru i ddarparu DPP i athrawon STEM a gweithgareddau cymorth i fyfyrwyr.

¹⁹ Llywodraeth Cymru (2018) [£5.7 miliwn o gyllid yr UE i annog astudio pynciau STEM](#).

²⁰ [Prosiect Peirianeg y Cymoedd](#) (Saesneg yn unig)

Ffigur 1.1: Enghreifftiau o brosiectau STEM yng Nghymru



2. Methodoleg

Mae'r adran hon yn nodi'r fethodoleg ar gyfer yr adolygiad llenyddiaeth, gan gynnwys trafodaeth o gwestiynau allweddol, cwmpas a disgrifiad o'r broses.

2.1 Cwestiynau a chwmpas yr adolygiad

Nododd cam sefydlu'r prosiect y dylai'r adolygiad llenyddiaeth ganolbwyntio ar archwilio tystiolaeth o effeithiolrwydd ymyriadau sy'n ymwneud â gwella cydraddoldeb rhywiol mewn perthynas â STEM ar wahanol bwyntiau ymyrraeth (h.y. oedrannau neu gyfnodau bywyd). Roedd hyn yn cynnwys nodi tystiolaeth o'r pwyntiau ymyrraeth allweddol sy'n debygol o gael yr effaith fwyaf o fewn amserlen resymol. Felly, prif gwestiwn yr adolygiad yw:

- Pa dystiolaeth sy'n bodoli o effeithiolrwydd ymyriadau i wella cydraddoldeb rhywiol mewn STEM?

Cwestiynau eilaidd yr adolygiad yw:

- Ar ba oedran(au) neu gam(au) y mae'r ymyriadau hyn yn cael eu cyflwyno?
- Beth yw canlyniadau a ffactorau llwyddiant hollbwysig yr ymyriadau hyn?
- Pa wersi y gellir eu dysgu o'r ymyriadau hyn?
- Pa ymyriadau y gellid eu rhoi ar waith yng Nghymru?

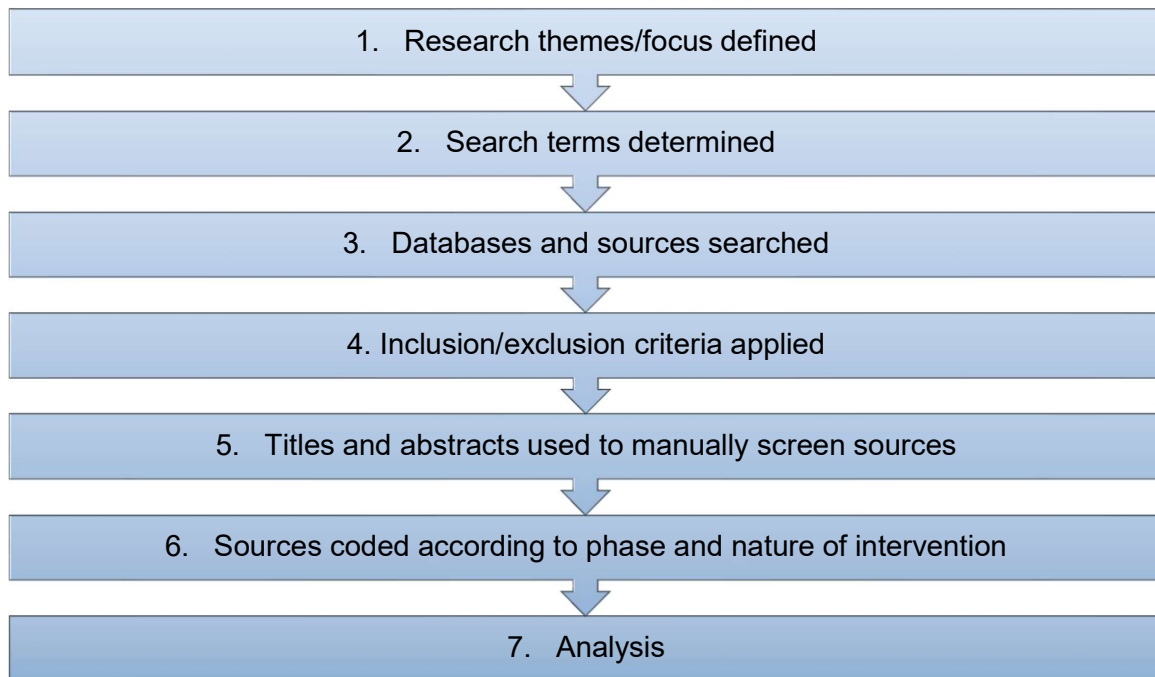
O ran yr amserlen, darparodd tystiolaeth ddiweddar o ymyriadau a gyflwynwyd mewn perthynas â chydaddoldeb rhywiol mewn STEM a gyhoeddwyd yn ystod y 10 mlynedd diwethaf y cwmpas ar gyfer yr adolygiad hwn.

2.2 Trosolwg o'r dull gweithredu

Mae'n bwysig nodi nad yw cwmpas yr adolygiad yn galluogi defnyddio Asesiad Cyflym o'r Dystiolaeth. Fodd bynnag, er mwyn sicrhau bod yr adolygiad llenyddiaeth yn mabwysiadu dull strwythuredig a chytbwys, cymhwyswyd rhai elfennau o ddull Asesiad Cyflym o'r Dystiolaeth, er enghraifft nodi cwestiynau ymchwil allweddol, datblygu termau chwilio allweddol a defnyddio meini prawf diffiniedig ar gyfer cynnwys a hepgor llenyddiaeth.

Sicraodd y broses ar gyfer yr adolygiad fod ffynonellau perthnasol o ansawdd uchel yn cael eu hadolygu. Mae Ffigur 2.1 yn cyflwyno trosolwg o'r broses adolygu, a disgrifir pob cam o'r broses yn yr isadrannau canlynol.

Ffigur 2.1: Camau'r broses adolygu llenyddiaeth



Cam 1: Diffinio themâu/ffocws yr ymchwil

Yn ystod cam sefydlu'r prosiect, eglurwyd y byddai'r adolygiad llenyddiaeth yn canolbwyntio ar dystiolaeth bresennol ynghylch ymyriadau a gyflwynir i gefnogi cydraddoldeb rhywiol mewn sectorau neu feysydd pwnc STEM. Felly, nodwyd yn gynnar mai nod yr adolygiad yw darganfod beth sydd wedi gweithio, pryd a sut h.y. ar ba oedran y darperir ymyriadau? Beth yw eu deilliannau a'r ffactorau llwyddiant hollbwysig? Llywiodd hyn y broses o ddatblygu'r cwestiynau ymchwil (Adran 2.1).

Cam 2: Pennu'r termau chwilio

Defnyddiwyd y themâu eang a'r termau chwilio canlynol (yn ogystal ag amrywiadau neu is-gategoriâu allweddol o'r rhain) i archwilio'r llenyddiaeth;

Gender – gender NEU equality NEU male NEU female NEU men NEU women NEU boys NEU girls

AC

STEM – STEM NEU Science NEU Technology NEU Engineering NEU Mathematics NEU Biology NEU Chemistry NEU Physics NEU Medicine NEU Computer Science NEU Apprenticeship NEU Social Science

AC

Intervention – intervention NEU evaluation NEU programme NEU project NEU activity NEU participation NEU enrichment NEU outreach

Cam 3: Chwilio cronfeydd data a ffynonellau

Cynhaliwyd chwiliadau o gronfeydd data academiaidd allweddol megis ProQuest²¹ a Scopus²², a Phorth Ymchwil ac Arloesi'r DU (UKRI)²³, yn ogystal â chwiliadau gwe cyffredinol gan ddefnyddio Google a Google Scholar, a gwnaed chwiliadau o gyfnodolion academiaidd penodol gan ddefnyddio'r termau/llynynnau chwilio uchod, er enghraifft:

- Journal of Women and Minorities in Science and Engineering;
- International Journal of Gender, Science and Technology;
- International Journal of Science Education;
- International Journal of STEM Education;
- Physical Review Physics Education Research;
- Social Sciences.

Cynhaliwyd chwiliadau pellach ar wefannau sefydliadau fel WISE, y Sefydliad Ffiseg ac Equate Scotland. Cyfyngwyd y chwiliadau i'r 10 mlynedd diwethaf ac i'r Saesneg, a chyfyngwyd cronfeydd data academiaidd hefyd i gyhoeddiadau a adolygwyd gan gymheiriaid. Cyflwynir enghraifft o ddyfyniad o chwiliad cronfa ddata yn Nhabl 2.1.

Tabl 2.1: Enghraifft o chwiliad cronfa ddata

Cronfa ddata	Cadwyn chwilio	Canlyniadau	Hidlyddion a ddefnyddiwyd	Crynodebau wedi'u sgrinio â llaw
ProQuest	ab(gender NEU equality NEU male NEU female NEU men NEU women NEU boys NEU girls) AND ab(STEM NEU Science NEU Technology NEU Engineering NEU Mathematics NEU Biology NEU Chemistry NEU Physics NEU Medicine NEU Computer Science NEU Apprenticeship NEU Social Science) AND ab(intervention NEU evaluation NEU programme NEU project NEU activity NEU participation NEU enrichment NEU outreach) Key: ab – abstract	2,341	318	54

²¹ Cronfa ddata amlddisgyblaethol ryngwladol fawr yw ProQuest sy'n galluogi mynediad i 47 o gronfeydd data cyflawn ar draws 175 o bynciau.

²² Cronfa ddata fyd-eang o grynodedbau a chyfeiriadau o deitlau papurau ymchwil a adolygwyd gan gymheiriaid yw Scopus.

²³ Yn cynnwys data gan y sefydliadau cyllido canlynol: Cyngor Ymchwil y Celfyddydau a'r Dyniaethau (AHRC); Cyngor Ymchwil Biotechnoleg a Gwyddorau Biolegol (BBSRC); Cyngor Ymchwil Economaidd a Chymdeithasol (ESRC); Ymchwil Peirianeg a Gwyddorau Ffisegol (EPSRC); Y Cyngor Ymchwil Feddygol (MRC); Cyngor Ymchwil yr Amgylchedd Naturiol (NERC); Cyngor Cyfleusterau Gwyddoniaeth a Thechnoleg (STFC); Innovate UK; Canolfan Genedlaethol ar gyfer Disodli, Mireinio a Lleihau'r Defnydd o Anifeiliaid mewn Ymchwil (NC3Rs).

Cam 4: Cymhwyso meini prawf ar gyfer cynnwys/hepgor llenyddiaeth

Gan ddefnyddio meini prawf ar gyfer cynnwys/hepgor llenyddiaeth, cafodd canlyniadau chwilio eu hidlo i ganolbwyntio ar ffynonellau mwy perthnasol. Er enghraifft, cafodd papurau a oedd yn canolbwyntio ar ymyriadau meddygol neu iechyd eu hepgor drwy hidlo'r canlyniadau chwilio gan ddefnyddio categorïau cronfa ddata. Allforiwyd a chofnodwyd y ffynonellau. Ar y cam hwn, cynhwyswyd yr holl ffynonellau a oedd yn ymdrin â materion cydraddoldeb rhywiol mewn STEM, e.e. cofnodwyd 318 o ffynonellau o'r chwiliad o gronfa ddata ProQuest.


Cam 5: Defnyddio teitlau a chrynodebau i sgrinio ffynonellau â llaw

Gan mai ffocws yr adolygiad llenyddiaeth yw cyflwyno ymyriadau, defnyddiwyd crynodebau i hidlo'r ffynonellau ymhellach. Mae'n bwysig nodi, er bod llawer o astudiaethau'n archwilio cydraddoldeb rhywiol mewn STEM, mae llawer yn canolbwyntio ar farn dysgwyr benywaidd a/neu wrywaidd oedran ysgol, myfyrwyr Israddedig/Ôl-raddedig neu unigolion sy'n dilyn gyrfaoedd penodol sy'n gysylltiedig â STEM. Cofnodwyd y ffynonellau hyn er mwyn cyfeirio atynt yn y dyfodol, gan fod y mwyafrif yn cynnwys casgliadau sy'n cyflwyno goblygiadau y gellid eu hystyried pan ystyrir cydraddoldeb rhywiol yn y dyfodol mewn ymyriadau STEM. Fodd bynnag, cyflwyno ymyriadau yw ffocws yr adolygiad hwn, a sgriniwyd crynodebau i nodi'r rhai sy'n canolbwyntio'n benodol ar gyflwyno a gwerthuso ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM, e.e. 54 o ffynonellau o chwiliad cronfa ddata ProQuest.

Cam 6: Codio ffynonellau yn ôl cyfnod a natur yr ymyrraeth

Cafodd crynodebau eu sgrinio a'u codio â llaw yn unol â'r cyfnod addysg y cyflwynwyd yr ymyrraeth ynddo. Cofnodwyd natur a maint yr ymyrraeth, ffocws y pwnc STEM, cwmpas daearyddol a methodoleg y gwerthusiad hefyd os oeddent yn amlwg yn y teitl a/neu'r crynodeb. Mae Ffigur 2.2 yn cyflwyno nifer y ffynonellau academaidd a adolygwyd gan gymheiriaid sy'n cyfrannu at yr adolygiad hwn wedi'i gategoreiddio yn ôl cyfnod addysg. Roedd yn bosibl nodi'r cyfnod addysg ar gyfer cyfanswm o 178 o astudiaethau. Fodd bynnag, mae'n bwysig nodi bod rhai astudiaethau wedi darparu gweithgareddau i gyfranogwyr ar draws cwpl o gyfnodau addysg ac nid oedd pob ffynhonnell yn cynnwys gwybodaeth benodol ynghylch oedran penodol y cyfranogwyr dan sylw.

Ffigur 2.2: Cofnod o werthusiadau o ymyriadau a adolygwyd gan gymheiriaid yn ôl cyfnod addysg



Ystod oedran	(0-11 oed)	(11-18 oed)	(18 oed+)	(18 oed+)
Cyfnod	Blynyddoedd Cynnar ac Ysgol Gynradd	Ysgol Uwchradd	Addysg Ôl-16 ac Addysg Uwch	Ymchwil a Chyflogaeth
Nifer y ffynonellau	12	77	61	28
Cwmpas daearyddol	UD - 7; Awstralia - 2; Taiwan - 1; Yr Almaen - 1; DU - 1.	UD - 46; Ewrop - 15 (gan gynnwys Lloegr (2); Cymru (2)); Awstralia - 2; Canada - 2; Taiwan - 3; Tsieina - 2; Israel - 2; Hong Kong - 1.	UD - 52; Ewrop - 4; Awstralia - 1; Taiwan - 1	UD - 25; DU - 1; Iwerddon 1; Yr Almaen - 1

Nodyn: UD - Unol Daleithiau; DU - Y Deyrnas Unedig.

Roedd nifer fach o ffynonellau yn cynnwys cyfeiriad at fwy nag un cyfnod addysg. Fodd bynnag, efallai nad oedd y cyfnod addysg yn glir a/neu ni nodwyd cwmpas daearyddol yr ymyrraeth mewn rhai ffynonellau.

Cam 7: Dadansoddi'r ffynonellau

Yn ystod camau cynnar yr adolygiad llenyddiaeth cynhyrchwyd crynodeb o'r canfyddiadau sy'n dod i'r amlwg ar gyfer Swyddfa Gwyddoniaeth Llywodraeth Cymru yn seiliedig ar y wybodaeth a gynhwysir mewn sampl o 100 o grynodedau. Mae'r adolygiad hwn yn ymhelaethu ar y canfyddiadau hynny sy'n dod i'r amlwg; estynnwyd y chwiliad i gynnwys ffynonellau ychwanegol a gyhoeddwyd ers y chwiliad cyntaf ym mis Awst 2019 ac archwiliwyd llawer o bapurau academiaidd a adolygwyd gan gymheiriaid yn llawn, ynghyd ag adolygiad mwy helaeth o'r llenyddiaeth lwyd.

Ar ôl codio'r crynodebau o ran eu cyfnod addysg, dadansoddwyd yr astudiaethau ymhellach i nodi'r math o ymyriadau a ddarperir amlaf, y fethodoleg ymchwil a ddefnyddiwyd, maint yr ymyrraeth, ac unrhyw bwyntiau dysgu. Mae hyn yn llywio'r canfyddiadau yn yr adran ganlynol. Mae'n bwysig nodi, er na chynhaliwyd Asesiad Cyflym o'r Dystiolaeth, rhoddir syniad o gadernid y ffynonellau yn y drafodaeth, gan gynnwys y methodolegau gwerthuso a maint yr ymyrraeth. Mae maint yr ymyriadau'n amrywio, mewn rhai achosion cyfeirir at astudiaethau ar raddfa fach os bernir eu bod yn briodol i ddarparu rhagor o dystiolaeth ategol neu enghreifftiau o weithgareddau.

3. Canfyddiadau

Mae'r adran hon yn cyflwyno'r themâu allweddol a ddaeth i'r amlwg yn ystod y broses adolygu llenyddiaeth. Mae'r canfyddiadau'n archwilio'r ymchwil ar ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM yn ôl cyfnod addysgol:

- Addysg y blynyddoedd cynnar ac addysg gynradd;
- Addysg mewn ysgolion uwchradd;
- Addysg Ôl-16 ac Addysg Uwch;
- Ymchwilwyr STEM a chyflogaeth yn gysylltiedig â STEM.

Ym mhob un o'r cyfnodau addysgol, cyflwynir crynodeb o'r math o ymyriadau a gyflwynir ynghyd ag unrhyw gasgliadau yn y gwerthusiadau. Trafodir enghreifftiau hefyd, gan gyfeirio at unrhyw ffocws ar bwnc penodol a'r fethodoleg a ddefnyddiwyd i gynnal y gwerthusiadau, sydd hefyd yn arwydd o gadernid yr astudiaeth dan sylw a chryfder y dystiolaeth.

3.1 Addysg y blynyddoedd cynnar ac addysg gynradd

Cyflawnwyd mwyafrif y gwerthusiadau a adolygwyd gan gymheiriaid yn yr Unol Daleithiau, a chydnabyddir bod unrhyw ymchwil sy'n canolbwyntio ar gydraddoldeb rhywiol a STEM yn y cyfnod addysg blynyddoedd cynnar a chynradd yn gyfyngedig o ran maint (Sullivan a Bers, 2018, tud. 1), gan fod Ffigur 2.2 yn cofnodi dim ond 6.7 y cant o'r llenyddiaeth academiaidd ar ymyriadau a werthuswyd a oedd wedi'u targedu at blant yn y blynyddoedd cynnar a/neu ysgolion cynradd. Serch hynny, mae'n amlwg bod rhai o'r gwerthusiadau wedi defnyddio dulliau ymchwil cadarn a daeth yr holl ymyriadau i'r casgliad bod manteision cryf yn deillio ohonynt, gan gynnwys gwella cyfleoedd a diddordeb merched mewn gweithgareddau STEM.

Pwyntiau dysgu allweddol

- Mae cyflwyno gweithgareddau gan ddefnyddio deunydd **rhyngweithiol pwnc-benodol** (yn enwedig roboteg) wedi arwain at gynnydd yn niddordeb merched mewn STEM
- Argymhellir **gweithgareddau cynhwysol, sy'n briodol i oedran** ar gyfer bechgyn a merched er mwyn osgoi cynyddu stereoteipio ar sail rhyw
- Gall cynnal ymyrraeth dros **gyfnod rhesymol** o amser (10 wythnos) fod yn fuddiol i gyfranogwyr
- Mae'n bwysig darparu ar gyfer y **dulliau dysgu a ffefrir** wrth gynllunio a chyflwyno ymyriadau
- Gall amlygiad i **stereoteipiau rhywedd** gyfrannu at wahaniaethau o ran rhywedd mewn STEM
- Gall ymgysylltu â **modelau rôl** gael effaith gadarnhaol ar agweddau merched tuag at STEM

3.1.1 Canolbwyntio ar bwnc

Cyflwyno codio a gweithgareddau rhaglennu robotiaid oedd yr ymyrraeth STEM a werthuswyd amlaf ar gyfer y grŵp oedran hwn, gyda'r gweithgareddau'n datblygu sgiliau a

chymhelliant ar gyfer STEM. Er enghraifft, roedd un astudiaeth Americanaidd yn profi rhaglennu robotiaid i ddatblygu cymhelliant merched chwech oed i astudio STEM ac i archwilio stereoteipiau (96 o gyfranogwyr). Roedd yr astudiaeth hon yn cynnwys neilltuo grwpiau triniaeth a rheoli ar hap - **roedd merched a gafodd brofiad o raglennu** yn adrodd bod ganddynt fwy o ddiddordeb mewn technoleg a mwy o hunaneffeithlonrwydd o gymharu â merched nad oeddent wedi cael y profiad hwn ac ni welwyd bwlch sylweddol o ran rhywedd o gymharu â diddordeb a hunaneffeithlonrwydd bechgyn (Master et al., 2017, tud. 92). Nododd yr astudiaeth hon hefyd fod merched a oedd â barn yn seiliedig ar stereoteip fod bechgyn yn well na merched ym maes roboteg a rhaglennu hefyd yn dweud bod eu lefelau hunaneffeithlonrwydd yn is (Master et al., 2017, tud. 100). Fodd bynnag, roedd canfyddiadau allweddol eraill yn awgrymu;

'gender differences in children's technology motivation are not set in stone; instead, they are malleable and open to influence from specific experiences [...] providing positive experiences with technology to girls can lead to higher technology motivation.' (Master et al., 2017, tud. 101)

Canfu'r gwerthusiad hwn hefyd fod bechgyn a merched yn coleddu'r stereoteip bod bechgyn yn well na merched ym maes roboteg a'i fod yn gryfach na stereoteipiau plant am feysydd eraill. Er bod gan y merched fwy o gymhelliant i gymryd rhan mewn technoleg, ni wnaeth yr ymyrraeth newid safbwyntiau'n seiliedig ar stereoteip gan ferched am raglennu cyfrifiadurol. Nododd y gwerthuswyr hefyd i'r gweithgaredd hwn gael ei greu i apelio at fechgyn a merched ar gyfer yr ymyrraeth benodol hon, gan gynnig y dylai gweithgareddau gael eu **dylunio i fod yn gynhwysol**, oherwydd gallai hyn gynyddu diddordeb bechgyn hefyd. Ar y llaw arall, nodwyd, drwy dargedu gweithgareddau tuag at fenywod yn unig, y gall hynny yn ôl ei natur gynyddu stereoteipiau rhywedd a gall merched ddangos llai o ddiddordeb os ydynt ar wahân (Master et al., 2017, tud. 102).

Daeth **ymyrraeth yn ymwneud â'r cwricwlwm roboteg** yn America, a gyflwynwyd i 100 o blant rhwng pump a saith oed, i'r casgliad, er nad oedd yn cynnwys grŵp rheoli, y gall cwricwlwm roboteg sy'n ddatblygiadol briodol gynyddu diddordeb merched mewn peirianeg (Sullivan a Bers, 2018, tud. 1). Canfu ymchwiliad tebyg blaenorol i gwricwlwm roboteg a rhaglennu chwe-gwers fod bechgyn yn sgorio'n sylweddol uwch na merched mewn dim ond dau faes: cysylltu deunyddiau robotig â'i gilydd yn gywir, a rhaglennu gan ddefnyddio datganiadau 'I' gyda bechgyn a merched yn cwblhau'r rhaglen yn llwyddiannus (Sullivan a Bers, 2013, tud. 691). Daeth yr ymchwiliad i'r casgliad fod bechgyn a merched yr un mor alluog i gymhwyso'r cysyniadau sy'n ofynnol ac mae llwyddiant yr ymyriadau roboteg hyn yn dangos potensial ar gyfer darparu cyfleoedd tebyg i blant iau archwilio rhaglennu cyfrifiadurol. Canfu astudiaeth Americanaidd arall ar raddfa fach a arsylwodd sgiliau codio yn ystod rhaglen wythnos o hyd gyda 28 o blant pump i chwech oed ganlyniadau tebyg, sef nad oedd cysylltiad rhwng rhywedd y plentyn a deilliannau ac y gall plant ddysgu sgiliau codio yn llwyddiannus pan fydd yr apiau'n apelio at blant (Pila, 2019, tud. 52).

3.1.2 Yr amser sydd ei angen

Cyflwynodd un astudiaeth yn America ymyrraeth **Prosiect Llythrennedd Gwyddoniaeth** am bump neu ddeg wythnos i blant pump oed mewn dwy ysgol. Yn yr astudiaeth hon,

gweithredodd ysgol arall fel y grŵp rheoli gan dderbyn cynnwys Gwyddoniaeth rheolaidd yn unig. Adroddwyd bod y bechgyn yn y grŵp rheoli yn hoffi gwyddoniaeth yn fwy na'r merched yn yr un dosbarth, ond nododd niferoedd cyfartal o fechgyn a merched yn yr ymyrraeth 10 wythnos fod ganddynt fwy o gymhwysedd mewn gwyddoniaeth na'r rhai ar y cwrs pum wythnos (Patrick, Mantzicopoulos a Samarapungavan, 2009, tud. 166). Daeth yr astudiaeth i'r casgliad fod cymryd rhan mewn **cyfres hirach o weithgareddau gwyddoniaeth** yn cynnig cyfleoedd lluosog a rhyng-gysylltiedig i blant ymgysylltu â gwyddoniaeth; gan ddod i'r casgliad bod angen annog mentrau addysg gwyddoniaeth gynnar sy'n ddatblygiadol briodol (Patrick, Mantzicopoulos a Samarapungavan, 2009, tud. 183).

Mae'r holl werthusiadau uchod o ymyriadau roboteg gyda phlant iau yn darparu tystiolaeth i gefnogi cyflwyno gweithgareddau tymor hwy ac roedd canfyddiadau tebyg yn amlwg gyda grwpiau oedran hŷn, a drafodir yn ddiweddarach. Pwysleisiodd Valla a Williams (2012) hefyd fod ennyn diddordeb plant ysgolion cynradd mewn STEM yn hollbwysig, a bod myfyrwyr hŷn yn gwneud penderfyniadau sy'n cael effaith sylweddol ar eu diddordeb mewn astudio pynciau STEM (tud. 27). Mae'r enghraifft isod yn cyflwyno rhai effeithiau ar ganlyniadau a ddeilliodd o gyfres o weithdai gwyddoniaeth a gyflwynwyd gan brifysgol yng Nghymru.

Cynllun Gwyddoniaeth i Ysgolion Prifysgol Abertawe (S4)²⁴ - gweithdai pwrpasol

Drwy'r cynllun hwn, cymerodd 1,367 o blant oedran ysgol gynradd a 987 o blant oedran ysgol uwchradd ran mewn gweithdai pwrpasol dros un flwyddyn academaidd, ac er mai dim ond data ar ôl y gweithdai a gasglwyd, ac mewn rhai achosion roedd y samplau'n fach ar gyfer gweithdai penodol, nododd gwerthusiad o'r rhaglen ganlyniadau cadarnhaol a chanfuwyd bod y gweithgareddau yr un mor effeithiol i ddisgyblion gwrywaidd a benywaidd. Ac eto, roedd gwahaniaethau o ran rhywedd y disgyblion yn fwy arwyddocaol ymhlith dysgwyr oedran ysgol uwchradd, gyda gwrywod yn nodi lefelau uwch o fwynhad wrth iddynt gofio'r gweithgareddau dysgu mwy gweithredol, a benywod yn adrodd ar ffeithiau gwybodaeth.

Er yr adroddwyd bod effaith uniongyrchol ar ddyheadau gyrfa plant ysgolion cynradd o ardaloedd difreintiedig, nodwyd bod ganddynt ddealltwriaeth naif o yrfaedd gwyddoniaeth beth bynnag. Defnyddiodd y cynllun gydbwysedd cyfartal o gyflwynwyr gwrywaidd a benywaidd i gyflawni gweithgareddau, ond argymhellwyd bod angen i fenywod sicrhau eu bod yn cyflwyno'u hunain fel 'pobl sy'n gwneud gwyddoniaeth' (Bryan et al., 2019, tud. 32-36).

3.1.3 Darparu ar gyfer gwahanol ddulliau dysgu

Mae plant unigol yn dysgu mewn ffyrdd gwahanol, er enghraifft, mae'n well gan rai ddefnyddio lluniau a delweddau (gweledol), mae'n well gan eraill siarad a gwrando (clywedol) tra bod yn well gan eraill ddefnyddio eu synnwyr cyffwrdd (corfforol/cinesthetig). Cyn i brifysgol yn Awstralia gynnal rhaglen ar gyfer myfyrwyr oedran ysgolion cynradd ac uwchradd, **casglwyd gwybodaeth am y dulliau dysgu a ffafriwyd** gan y cyfranogwyr a nod y rhaglen oedd darparu ar gyfer y rhain - gan ddysgu drwy weithgareddau ymarferol,

²⁴ [S4 - Cynllun Gwyddoniaeth i Ysgolion Prifysgol Abertawe](#) - gweithdai ac arbrofion gwyddoniaeth ar lefel prifysgol.

adroddwyd bod technoleg yn arteffact ac roedd yn well ganddynt ddysgu am wyddorau biolegol neu amgylcheddol (Little a de la Barra, 2009, 439).

Mae astudiaethau eraill wedi edrych ar ddysgu drwy gymheiriaid a dysgu drwy ymholi. Er enghraifft, daeth un astudiaeth yn Lloegr gyda 341 o blant oedran ysgol gynradd i'r casgliad fod **cydweithredu â chymheiriaid** mewn gwyddoniaeth wedi arwain at ddealltwriaeth gysyniadol ddatblygedig ar gyfer bechgyn yn unig (Leman et al., 2016, tud. 176). Ar y llaw arall, adroddodd rhaglen o Awstralia (Makerspace) a dargedodd 71 o fyfyrwyr ysgolion cynradd benywaidd, gan roi myfyrwyr israddedig yn fentoriaid iddynt, i gwblhau prosiectau STEM gymhellant cadarnhaol gan fyfyrwyr i greu, beirniadu a chreu syniadau - gyda **dysgu drwy ymholi** yn fwy amlwg na dysgu cysyniadol (Sheffield et al., 2017, tud. 161). Mae'r gwerthusiadau hyn yn adlewyrchu pwysigrwydd hysbysu'r rhai sy'n dylunio ac yn darparu ymyriadau yn llawn ynghylch hoffterau eu grŵp targed.

Roedd Bringing Up Girls in Science (BUGS) yn **weithgaredd ar ôl ysgol** ar gyfer plant 10-12 oed yn yr UD. Casglodd yr astudiaeth ddata dilynol ar gyfer 12 o gyfranogwyr a chyferbynnu'r canfyddiadau ag eraill a oedd yn ymwneud â STEM (12 o gyn-aelodau grŵp cymharu BUGS, 10 myfyriwr gwyddoniaeth mewn colegau, 10 myfyriwr nad ydynt yn fyfyrwyr gwyddoniaeth, a 9 gweithiwr proffesiynol STEM cyfredol). Adroddodd y rhai a gymerodd ran yn y gweithgaredd ar ôl ysgol **ganfyddiadau uwch o yrfaeodd gwyddoniaeth** o gymharu â grŵp cymharu BUGS. Er mai astudiaeth gymharol fach yw hon, mae'n enghraifft o fanteision posibl cyflwyno cynnwys drwy weithgaredd allgyrsiol (Tyler-Wood et al., 2012, tud. 46).

Canfu astudiaeth o fwy na 400 o blant oedran ysgol gynradd fod defnyddio eitemau rhyngweithiol yn effeithio ar gyflymder a pherfformiad wrth gwblhau tasgau. Gwelwyd lleihad mewn gwahaniaethau o ran rhywedd, a dylid annog **defnyddio profion amlgyfrwng a rhyngweithiol** yn lle papur a phensil mor gynnar â phosibl er mwyn gwella potensial merched i gyfranogi mewn STEM (Jeng a Lui, 2016, tud. 206).

3.1.4 Modelau rôl

Mae Science Made Simple²⁵ wedi cyflwyno sioeau a gweithdai gwyddoniaeth i ddysgwyr oedran ysgol gynradd ac uwchradd ledled Cymru er 2002, ac mae'r canlynol yn rhoi trosolwg o effaith y gweithgareddau hyn, a ddefnyddiodd fodelau rôl i gyfrannu at wybodaeth a dealltwriaeth plant o botensial astudio STEM a gyrfaeodd yn y maes.

Science Made Simple

Mae gwerthusiadau o rai o weithgareddau Science Made Simple yn cynnwys sioe gyda gwyddonwyr a pheirianwyr go iawn yn cynnal arbrofion rhyngweithiol a aeth ar daith o amgylch 60 o ysgolion yn 2013; casglwyd barn 363 o fyfyrwyr i archwilio effaith y sioe ar agweddau tuag at STEM. Adroddwyd bod mwy o gynnydd yng nghyfran y merched a nododd yr hoffent weithio mewn STEM ar ôl gweld y sioe (cyn y sioe 10 y cant, ar ôl y sioe 25 y cant), ar gyfer y cyfranogwyr gwrywaidd y gyfran â diddordeb cyn y sioe oedd 24 y cant, gan godi i 35 y cant ar ôl y sioe (Sadler, 2018, tud. 3). Gwelwyd mwy o gynnydd hefyd yn y defnydd o eiriau cadarnhaol i ddisgrifio gwyddonwyr a pheirianwyr gan y merched, a

²⁵Mae [Science Made Simple](#) yn cyflwyno sioeau rhyngweithiol bywigo i ysgolion ac mewn gwyliau ledled y DU, ac mae wedi ymgysylltu â dros 750,000 o bobl er 2002.

daeth i'r casgliad fod agweddau wedi newid a'u bod yn ystyried gwyddoniaeth yn yrfa ddeniadol (Sadler, 2018, tud. 4).

Nododd gwerthusiad o'r fenter 'People Like Me' sy'n canolbwyntio ar fenywod (ystod o weithdai a oedd yn archwilio mathau o bersonoliaeth ac yn eu cysylltu â STEM) ganfyddiadau tebyg, ar sail 180 o ymatebion gan gyfranogwyr benywaidd 11-14 oed (Herman, Kendall-Nicholas a Sadler, 2018, tud. 16).

Adroddodd un astudiaeth gyda 335 o blant o'r Almaen ar ddylanwad **dod i gysylltiad â stereoteipiau** fel ffactor sy'n cyfrannu at wahaniaethau o ran rhywedd yn y meysydd STEM; gan ddod i'r casgliad bod rhywfaint o dystiolaeth y gall hyd yn oed amlygiad byr i stereoteipiau rhywedd ar gyfer bechgyn a merched ddylanwadu ar i ba raddau y maent yn debygol o dderbyn stereoteipiau (Wille, 2018, tud. 1).

Archwiliodd partneriaeth ddiweddar gwerth £2.5 miliwn, a ymgysylltodd â 2,180 o gyfranogwyr ledled y DU rôl gwyddoniaeth anffurfiol mewn gwaith ieuencid, gyda rhai prosiectau'n cynnwys dull penodol neu ymhlyg yn ymwneud â rhywedd. Roedd hanner cyfranogwyr y prosiectau yn iau na 10 oed a 40 y cant rhwng 10 a 15 oed (Ymddiriedolaeth Wellcome, 2019, tud. 7). Cyflawnwyd y prif ganlyniadau disgwylidig a oedd yn canolbwyntio ar ddatblygu hunangred a llesiant, gan nodi hefyd bod dyheadau gyrfa STEM newydd yn dod i'r amlwg gan ddefnyddio'r dull datblygu ieuencid tuag at wyddoniaeth (Ymddiriedolaeth Wellcome, 2019, tud. 3).

Mae'n syndod efallai bod ymchwil sy'n ymwneud ag ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM yn ystod y blynyddoedd cynnar ffurfiannol yn gyfyngedig, yn enwedig o ystyried bod rhai yn credu ei bod yn ymddangos bod barn y mwyafrif o bobl ifanc am yrfaedd sy'n gysylltiedig â STEM yn cael ei ffurfio erbyn diwedd yr ysgol gynradd (Chambers et al., 2018, tud. 3; Archer et al., 2013, tud. 1).

Mae'r enghreifftiau a drafodir uchod yn tynnu sylw at ganlyniadau cadarnhaol clir ar gyfer y grŵp oedran hwn, yn enwedig pan ddarperir ymyriadau dros gyfnod o amser (e.e. 10 wythnos) yn hytrach na gweithgaredd untro, a phan fydd ymyriadau'n ystyried dewisiadau dysgu unigol, diddordebau a manteision tasgau ymholi/cydweithredol. Fodd bynnag, mae gwaith ymchwil arall yn cynnig bod cyfle pedair blynedd i feithrin angerdd benywod tuag at bynciau STEM; casglodd prosiect mawr ar draws 12 o wledydd Ewropeaidd farn 11,500 o fenywod. Daeth i'r casgliad fod benywod yn cael eu denu at bynciau STEM pan fyddant rhwng 11 a 12 oed, ond mae'r diddordeb hwn yn lleihau'n pan fyddant yn 15/16 oed (Microsoft, 2018, tud. 5). Mae'r adran ganlynol yn cyflwyno'r ymchwil ar ymyriadau cydraddoldeb rhywiol a gyflwynwyd i'r grŵp oedran hwn.

3.2 Addysg uwchradd

O'i gymharu â'r enghreifftiau yn y cyfnod addysg blynyddoedd cynnar a chynradd, mae cwmpas daearyddol ehangach i'r llenyddiaeth a adolygwyd gan gymheiriaid ar gyfer y cyfnod addysg uwchradd a mwy o ffocws ar y cyfnod addysg hwn (43.5 y cant o'r llenyddiaeth a adolygwyd). Serch hynny, fel yn achos ymyriadau cyfnod addysg y blynyddoedd cynnar a chynradd, mae mwyafrif yr ymyriadau addysg uwchradd a nodwyd wedi'u lleoli yn yr UD, gydag ambell enghraifft Ewropeaidd. Nid yw'r astudiaethau bob amser yn darparu manylion ynghylch ystod oedran benodol e.e. 11-16 (TGAU) ac ôl-16/chweched dosbarth (Safon Uwch) ymyrraeth. O ganlyniad, mae'r holl werthusiadau wedi'u cyfuno ar gyfer y cyfnod addysg uwchradd yn yr adran hon.

Fel y soniwyd yn flaenorol, yn ystod addysg y blynyddoedd cynnar a chynradd, y cymhelliant ar gyfer cyflwyno gweithgareddau STEM yw datblygu diddordeb mewn STEM, ond yn ystod yr ysgol uwchradd mae'r cymhelliant yn newid i gynyddu cyflawniad a chynnal y diddordeb a gafodd ei ennyn pan oedd y disgyblion yn iau (Valla a Williams, 2012, tud. 29).

Pwyntiau dysgu allweddol

- Gall **gweithgareddau ymarferol sy'n seiliedig ar bynciau** gael effaith gadarnhaol ar farn myfyrwyr benywaidd am bynciau sy'n gysylltiedig â STEM
- Gall amgylchedd **ystafell ddosbarth heb stereoteipiau** gynyddu diddordeb benywod mewn pynciau STEM
- Gall y **cydbwysedd rhwng myfyrwyr gwrywaidd a benywaidd** mewn grwpiau gwaith ddylanwadu ar ddeilliannau
- Gwelwyd fod ymwybyddiaeth o **stereoteipio ar sail rhywedd** ar gyfer y grŵp oedran hwn wedi bod yn effeithiol
- Mae **profiadau a diddordebau bywyd** dysgwyr yn bwysig wrth bennu cynnwys y pwnc a'r ffocws ar gyfer ymyriadau
- Gwelwyd fod dulliau **dysgu cydweithredol**, dilys sy'n ymwneud â bywyd go iawn wedi profi'n llwyddiannus o ran cynnwys benywod mewn STEM
- Gall ymyriadau sy'n **amrywio o ran hyd ac amledd** (e.e. clwb ar ôl ysgol, ymyriadau dwys/preswyl wythnos o hyd, tri mis o hyd, blwyddyn o hyd) arwain at ganlyniadau cadarnhaol
- Gall mentora benywod - **un i un, ar-lein neu mewn grwpiau** helpu myfyrwyr benywaidd i egluro eu dyheadau gyrfa
- Gall ymgysylltu â **modelau rôl**, dros gyfnodau amrywiol o amser, ddylanwadu ar farn benywod am STEM a stereoteipiau
- Mae **rhieni** hefyd dylanwadu ar benderfyniadau eu plentyn ynghylch y pynciau y maent yn eu hastudio yn y dyfodol; gall cyflwyno ymyrraeth i rieni gael effaith gadarnhaol ar benderfyniadau plant

Trafodir enghreifftiau penodol o ymyriadau ar gyfer dysgwyr oedran ysgol uwchradd yn yr adran hon, ond roedd peth o'r llenyddiaeth a nodwyd yn cynnwys adolygiadau o sawl rhaglen ymyrryd e.e. adolygiad systematig o astudiaethau sy'n gwerthuso llwyddiannau

ymyrraeth STEM, sy'n cynnwys y rhai ar gyfer myfyrwyr oedran ysgol (Van den Hurk , Meelissen a Van Langen, 2019, tud. 150).

Nododd astudiaeth Valla a Williams o raglenni ymyrryd STEM mewn ysgolion yr elfennau allweddol yr oedd rhaglenni ymyrryd sy'n targedu STEM yn eu cynnwys, sef:

- Unigolion i fonitro ac arwain myfyrwyr naill ai'n unigol neu fel aelodau grŵp;
- Cyfarwyddyd o ansawdd uchel;
- Buddsoddiad tymor hwy i fynd i'r afael â chamau'r ffrwd STEM;
- Sensitifrwydd i gefndir diwylliannol myfyrwyr;
- Hwyluso rhyngweithio rhwng cymheiriaid;
- Cefnogaeth ariannol ar gyfer ymweliadau/gweithgareddau (Valla a Williams, 2012, tud. 30).

Daeth rhai o'r ffactorau uchod i'r amlwg yn yr adran flaenorol ac maent hefyd yn amlwg yn rhai o'r enghreifftiau manwl a drafodir yma. Mae'n bwysig nodi hefyd y gallai archwilio adolygiadau systematig, ac astudiaethau unigol eraill sy'n edrych ar gymhelliant, profiadau a rhwystrau mewn perthynas â chymryd rhan mewn STEM ymhlith benywod fod yn ddefnyddiol i gefnogi dealltwriaeth o unrhyw ffocws a chynnwys posibl ymyriadau yn y dyfodol (e.e. Reinking a Martin, 2018; Koul, Lerdpornkulrat a Poondej, 2016; Wang a Degol, 2013). Defnyddiodd sawl astudiaeth a nodwyd yn y cyfnod addysg uwchradd ddata PISA i archwilio gwahaniaethau diwylliannol yn ymwneud â pherfformiadau a dewisiadau bechgyn a merched mewn perthynas â phynciau STEM (e.e. Mann, Legewie a DiPrete, 2015). Nodir bod canlyniadau PISA diweddar ar gyfer Cymru wedi gwella, gyda Chymru yn perfformio yn unol â'r cyfartaledd rhyngwladol mewn darllen, mathemateg a Gwyddoniaeth (Llywodraeth Cymru, 2019, paragraff 139).

3.2.1 Canolbwyntio ar bwnc

Roedd cyfrifiadura a roboteg yn llwybr poblogaidd i ysgogi plant iau a defnyddir gweithgareddau tebyg gyda phlant hŷn hefyd. Fodd bynnag, roedd cadernid y dulliau ymchwil a ddefnyddiwyd mewn perthynas â gwerthuso'r ymyriadau hyn yn amrywio. Mewn un astudiaeth, ymchwiliwyd i effaith tymor byr gweithdy **dylunio gêm** gyda 21 o gyfranogwyr benywaidd gan ddefnyddio offeryn arolwg wedi'i ddilysu cyn ac ar ôl y gweithdy, cyfweliadau grŵp ffocws, a dadansoddiad o gynnwys y gemau a ddatblygwyd gan y myfyrwyr. Canfu'r astudiaeth fod y cyfranogwyr wedi hunanadrodd gwelliannau mewn hyder a chymhwysedd gyda chyfrifiaduron (Akkuş Çakır, 2017, tud. 115). Mae Technocamps,²⁶ a grëwyd gan Brifysgol Abertawe yn 2003, yn cyflwyno rhaglen allgymorth gan ddefnyddio gweithdai undydd yn seiliedig ar themâu cyfrifiadurol ac yn darparu cefnogaeth i ysgolion ddarparu clybiau allgyrsiol. Bu'r ymyrraeth yn llwyddiannus, gyda llawer o fyfyrwyr yn dewis astudio cyfrifiadureg ym Mhrifysgol Abertawe yn honni eu bod wedi'u dylanwadu gan weithgareddau Technocamps (Crick a Moller, 2015, tud. 1).

Canolbwyntiodd cwpl o astudiaethau eraill ar y **defnydd o gemau cyfrifiadur** fel llwybr i gyflwyno gwyddoniaeth a denu mwy o fenywod i astudio'r pwnc. Er enghraifft, cyflwynwyd adeiladu gemau i fyfyrwyr gwrywaidd a benywaidd yn ystod un prosiect yng Nghanaada; nid oedd y canlyniadau a adroddwyd wedi'u dominyddu gan ddynion ar gyfer meddwl ar lefel

²⁶ Mae [Technocamps](#) wedi cyflwyno dros 1500 o weithdai i dros 35,000 o bobl ifanc ledled Cymru. Dan arweiniad Prifysgol Abertawe mae Hybiau Prifysgolion yn Aberystwyth, Bangor, Caerdydd, Metropolitan Caerdydd, Glyndŵr a Phrifysgol De Cymru.

uwch, sgiliau echdynnu cyfrifiadurol neu fwynhad, gyda'r ymchwilwyr yn dod i'r casgliad bod **adeiladu gemau** o bosibl yn ffordd niwtral o ran rhywedd i gynyddu cyfranogiad benywod (Carbonaro et al., 2010, tud. 1098). Nododd astudiaeth arall yn yr UD gyda 60 o fyfyrwyr fod diddordeb mewn **seiberwyddoniaeth** wedi cynyddu ar gyfer benywod ond nid ar gyfer gwrywod yn dilyn rhaglen ymyrryd (Turner et al., 2014). Datgelodd astudiaeth arall ar raddfa fach yn yr UD gyda 38 o bobl ifanc 16 oed a gymerodd ran mewn gweithgareddau seiberddiogelwch fod **lleoliadau cydweithredol un rhyw** yn cyfrannu at gynnydd yn niddordeb y merched mewn seiberddiogelwch, a bod gweithgareddau dysgu dilys creadigol yn helpu i wella ymgysylltiad (Jethwani, 2017, tud. 3). Trafodir profiadau dysgu dilys yn fanylach yn rhai o'r adrannau canlynol.

Canfu astudiaeth arall yn yr UD, a gyflwynodd theori a dysgu yn seiliedig ar brosiect i 60 o fyfyrwyr gwrywaidd a benywaidd, er bod cyflawniad academiaidd ar gyfer y ddau ryw yn debyg, a'r cymhelliant i gymryd rhan yn y **gweithgaredd yn seiliedig ar brosiect** yn uchel, cynyddodd diddordeb y merched mewn pynciau gwyddonol-dechnolegol i raddau mwy na diddordeb y bechgyn (Barak ac Asad, 2012, tud. 81). Trafodir defnyddio dulliau dysgu priodol yn fwy manwl yn ddiweddarach yn yr adroddiad hwn.

Roedd un astudiaeth Ewropeaidd ar raddfa fawr yn cynnwys 1370 o fyfyrwyr o 60 o ysgolion uwchradd yn gweithio gyda sefydliadau ymchwil i ddefnyddio **newid yn yr hinsawdd** fel sail i **brofiadau dysgu dilys mewn gwyddoniaeth**. Credai mwy o fyfyrwyr benywaidd eu bod wedi dysgu llawer o bethau newydd gyda myfyrwyr gwrywaidd a benywaidd yn cyfeirio at fanteision gweithgareddau dilys megis arbrofion ymarferol (Dijkstra a Goedhart, 2011, tud. 131). Mewn astudiaeth arall defnyddiwyd **monitro ynni** fel sylfaen ar gyfer dysgu ymarferol yn seiliedig ar ymholi a daeth ymagwedd y myfyrwyr tuag at bynciau STEM yn y grŵp arbrofol yn fwy cadarnhaol na'r rhai yn y grŵp cymharu, gydag ymagwedd y merched yn fwy cadarnhaol na'r bechgyn (Knezek a Christensen, 2019, tud. 26). Darganfu astudiaeth Americanaidd arall gyda 52 o fyfyrwyr oedran ysgol uwchradd fod newid tasgau gwaith cartref i'w gwneud yn fwy diddorol o ran eu cyd-destun wedi arwain at fwy o ddiddordeb a chymhelliant ymysg myfyrwyr; nodwyd hefyd bod benywod yn dewis cyd-destunau bioleg i raddau mwy na gwrywod (Wheeler a Blanchard, 2019, tud. 1).

Adroddodd gwerthusiad o sawl gweithgaredd cyfoethogi sy'n canolbwyntio ar STEM a ddarparwyd gan Gynllun Addysg Beirianeg Cymru²⁷ hefyd ar yr effaith o ran cynnydd mewn brwdfrydedd merched tuag at gymhwyso pynciau STEM yn ymarferol a'u hymwybyddiaeth ohonynt - yn enwedig peirianeg (Glover, Harries a Jones, 2018, tud. 438). Rhwng 2015 a 2018 cymerodd 3,600 o fyfyrwyr benywaidd ran mewn ystod o weithgareddau gan gynnwys gweithgareddau 'Denu Merched i Faes STEM' a gyflwynwyd i fenywod yn unig; ymgynghorwyd â 69 ohonynt, ynghyd â 248 o fyfyrwyr gwrywaidd a benywaidd eraill a oedd yn cymryd rhan mewn gweithgareddau eraill prosiect eraill. Roedd enghraifft arall o'r DU yn cynnwys hyfforddi merched oedran ysgol uwchradd i ddod yn llysgenhadon gwyddoniaeth mewn ysgolion cynradd, a llwyddodd y gweithgaredd i ddatblygu hunaniaeth wyddoniaeth (Y Sefydliad Ffiseg, 2017, tud. 10). Roedd ffiseg yn ganolbwynt ar gyfer gweithgaredd arall gyda 400 o ysgolion uwchradd yn Lloegr gyda thechnegau addysgu cynhwysol (a oedd yn cynnwys hyfforddiant ar ragfarn anymwybodol i athrawon), gyrfaoedd integredig a phrofiad gwaith perthnasol i gyd yn cael y clod am wneud ffiseg yn fwy perthnasol i ferched (Y Sefydliad Ffiseg, 2017, tud. 13). Nododd prosiect a

²⁷ Mae [Cynllun Addysg Beirianeg Cymru](#) wedi cyflwyno gweithgareddau peirianeg i fyfyrwyr yng Nghymru er 1989.

gysylltodd ymyriadau'r Sefydliad Ffiseg hyn â'i gilydd ar draws chwe ysgol yn ne-ddwyrain Lloegr gynnydd o 16 i 52 yn nifer y merched a oedd yn astudio Ffiseg ar lefel UG dros y ddwy flynedd y cyflwynwyd yr ymyriadau (Y Sefydliad Ffiseg, 2017, tud. 25) .

Mae'r holl ganfyddiadau uchod yn cysylltu â'r rhai yr adroddir amdanynt ar gyfer plant iau, lle mae'r math o weithgaredd a ddarperir yn cael dylanwad pwysig ar gymhelliant ac ymgysylltiad. Ac eto, roedd ffactorau eraill fel yr amgylchedd dysgu penodol, a mynd i'r afael â stereoteipiau yn arbennig, hefyd yn amlwg yn y llenyddiaeth.

3.2.2 Yr amgylchedd dysgu

Er bod peth o'r ymchwil yn canolbwyntio ar bynciau penodol, mae ymchwilwyr Americanaidd eraill wedi archwilio cydraddoldeb rhywiol mewn STEM o fan cychwyn gwahanol - amgylchedd ffisegol yr ystafell ddosbarth lle mae gweithgaredd yn cael ei gynnal. Amlygodd un astudiaeth 269 o gyfranogwyr i **amgylcheddau ystafell ddosbarth** cyfrifiadureg amgen - un ystafell ddosbarth nad oedd yn cyfleu stereoteipiau cyfrifiadureg a'r llall gyda nodweddion stereoteipiau amlwg. Nododd canfyddiadau'r astudiaeth fod merched, ond nid bechgyn, yn yr amgylchedd heb stereoteip yn mynegi mwy o ddiddordeb mewn astudio cyfrifiadureg na merched yn yr ystafell ddosbarth arall lle roedd gwybodaeth yn seiliedig ar stereoteipiau (Master, Cheryan, a Meltzoff, 2016, tud. 424).

Mae'r modd y mae myfyrwyr yn cael eu grwpio ar gyfer gweithgareddau dysgu hefyd yn dylanwadu ar effaith yr amgylchedd dysgu a darganfu enghraifft yn seiliedig ar ddosbarthiadau Bioleg yn Fflandrys ar gyfer 496 o fyfyrwyr 14-15 oed, bod merched, pan fyddant yn cydweithredu, yn perfformio orau o fewn grwpiau o'r un rhyw, tra bod bechgyn yn cael canlyniadau gwell mewn grwpiau rhyw cymysg. Gallai canfyddiadau o'r fath fod yn bwysig ar gyfer datblygu'r amgylchedd dysgu gorau posibl a helpu i fynd i'r afael â'r bwch o ran rhywedd (De Smet, 2016, tud. 53). Fodd bynnag, archwiliodd un astudiaeth Americanaidd effaith rhyngweithio o fewn dynameg grŵp gwahanol ar gyfer cyd-destunau peirianeg a daeth i'r casgliad fod merched yn dysgu mwy mewn grwpiau rhyw cymysg (Schnittka a Schnittka, 2016, tud. 1). Mae pwysigrwydd **dynameg grŵp** hefyd wedi darparu ffocws i ymchwilwyr mewn addysg ôl-18 ac yn cael ei drafod yn yr adran addysg uwch. Mae trochi benywod mewn amgylchedd sydd â ffocws penodol ar STEM hefyd wedi bod yn effeithiol, fel y dangosir yn yr enghraifft o botensial profiad gwaith preswyl a amlinellir isod.

Potensial profiad gwaith preswyl a gwaith partneriaeth cryf

Enghraifft o leoliad profiad gwaith preswyl llwyddiannus a enwebwyd am wobwr gyrfa oedd yr un a gyflwynwyd yn RAF Cosford ar gyfer 24 o fenywod ifanc 14-19 oed, bob blwyddyn rhwng 2009 a 2012. Defnyddiodd y gwerthusiad o'r prosiect arolygon dilynol dros gyfnod o dair blynedd ac roedd yn cynnwys cwblhau'r Wobr CREST fel mesur o lwyddiant. Roedd angen i fenywod ifanc wneud cais ffurfiol am y profiad, roedd llyfr gwaith yn elfen annatod o'r profiad ac yn darparu strwythur ar gyfer y gweithgareddau.

Adroddodd y gwerthusiad bod yr effaith ar 74 o gyfranogwyr yn gadarnhaol dros ben, a nododd nifer sylweddol eu bod wedi gallu rhoi syniad gyrfa ar brawf a'u bod wedi gallu egluro eu syniadau gyrfa ar gyfer yr Awyrlu a pheirianeg. **Dywedodd mwy na hanner y cyfranogwyr eu bod wedi symud ymlaen i ddilyn cyrsiau neu yrfaedd STEM, a hanerodd y canfyddiadau y byddai gyrfa mewn peirianeg yn 'fudr'.**

Roedd perthynas y timau cyflwyno â phartneriaid eraill yn hanfodol ar gyfer llwyddiant y profiad, ynghyd â nodau ac amcanion sefydledig - bu dull cyfannol yn llwyddiannus (Collins, 2013).

3.2.3 Mynd i'r afael â stereoteipiau

Mae'r enghreifftiau o'r cyfnod addysg blynyddoedd cynnar a chynradd yn canolbwyntio ar weithgareddau STEM penodol, ac ni roddwyd cymaint o bwyslais ar fynd i'r afael â stereoteipiau, ond darparodd ymyriadau sy'n targedu myfyrwyr oedran uwchradd enghreifftiau o stereoteipiau rhywedd a ymgorfforwyd mewn gweithgareddau. Serch hynny, mae'n bwysig nodi bod prosiect peilot a gyflwynwyd yn yr Alban wedi gweithio gyda phum clwstwr o ysgolion, a oedd yn cynnwys ysgol uwchradd, ysgolion cynradd ac mewn rhai achosion canolfannau dysgu blynyddoedd cynnar a gofal plant gyda'r nod o sicrhau newid diwylliannol gan ddefnyddio dull cynaliadwy wedi'i ymgorffori o fynd i'r afael ag anghydbwysedd o ran rhywedd mewn perthynas â'r nifer sy'n astudio pynciau a'r llwybrau addysg a ddewisir (Skills Development Scotland, 2018, tud. 3). Gweithiodd dau swyddog prosiect gyda chlystyrau i ddatblygu rhaglenni ymyrraeth gan ganolbwyntio ar ystod o weithgareddau gan gynnwys **hyfforddiant ar ragfarn anymwybodol** i staff addysgu. Nododd y gwerthusiad o'r prosiect tair blynedd fod hyrwyddwyr prosiect, gweithio mewn partneriaeth ac alinio ag amcanion strategol wedi bod yn ffactorau llwyddiant hollbwysig ar gyfer y prosiect (Skills Development Scotland, 2018, tud. 18-20).

Roedd mynd i'r afael â **stereoteipiau rhywedd** hefyd yn sail i astudiaeth fathemateg yn Tsieina. Cyflwynwyd naw sesiwn dros dri mis wedi'u targedu at newid canfyddiadau merched yn eu harddegau, ciwiau'n ymwneud â sefyllfaoedd a nodweddion personol. Casglwyd data cyn yr ymyrraeth, yn union ar ei hôl, a thri mis ar ôl ei chwblhau. Nododd canfyddiadau a gasglwyd yn syth ar ôl yr ymyrraeth fod stereoteipiau rhywedd yn ymwneud â mathemateg wedi lleihau'n sylweddol, gyda'r data dilynol yn nodi bod y canlyniadau hyn wedi'u cynnal, gan ddangos hefyd nad oedd dim gwahaniaeth yn y grŵp rheoli (Zhao et al., 2018, tud. 612). Mae eraill yn cefnogi'r canfyddiadau hyn. Adroddodd un prosiect tair blynedd fod myfyrwyr benywaidd yn benodol wedi profi newid cadarnhaol yn y canfyddiad o stereoteipiau rhywedd mewn Technoleg gwybodaeth (Forssen et al., 2011, tud. 46).

Roedd **gwersi ffiseg** yn ganolbwynt i astudiaeth debyg yn America gyda 312 o fyfyrwyr ffiseg yn cael eu neilltuo ar hap i dri amgylchedd bygythiad o stereoteip gwahanol - y cyflwr bygythiad o stereoteip penodol, y cyflwr bygythiad o stereoteip ymhlyg, a chyflwr lle roedd y bygythiad wedi'i ddirymu. Roedd ymatebion gwrywod i'r problemau ffiseg yn debyg ar draws y tri amgylchedd; fodd bynnag roedd benywod yn yr amodau lle roedd y bygythiad o stereoteip wedi'i ddirymu wedi perfformio'n well na benywod yn y cyflwr bygythiad o stereoteip penodol (Marchand a Taasoobshirazi, 2013, tud. 3050). Defnyddiodd darn o ymchwil ar raddfa ychydig yn fwy (484 o fyfyrwyr) ymyrraeth gêm gyda myfyrwyr oedran uwchradd a phrifysgol i gwestiynu rhagdybiaethau'n ymwneud â rhywedd. Er na chafodd yr ymyrraeth unrhyw effaith ar y myfyrwyr prifysgol, ar gyfer y myfyrwyr oedran ysgol gwelwyd effaith gadarnhaol ac roeddent yn llai tebygol o ddisgrifio athro prifysgol benywaidd fel dyn (Freedman, 2018, tud. 162).

Mae'r enghreifftiau uchod yn nodi potensial ymyriadau sy'n targedu datblygu ymwybyddiaeth ymhlith ymarferwyr, rhieni a disgyblion o stereoteipio ar sail rhywedd ar

gyfer y grŵp oedran hwn. Maent hefyd yn dangos potensial dylunio ymyriadau sy'n targedu stereoteipio ar sail rhywedd mewn meysydd pwnc unigol. Fodd bynnag, er bod astudiaeth Americanaidd gymharol fach o 148 o fenywod a gymerodd ran yn rhaglen SciGirls Connect2 wedi canfod bod hunaniaeth STEM myfyrwyr yn cynyddu'n sylweddol wrth i ganfyddiadau'r cyfranogwyr o bobl eraill yn eu cydnabod fel 'pobl STEM' wella, mae hyn yn llai tebygol wrth i fyfyrwyr heneiddio. Nododd yr astudiaeth hon hefyd fod mwy o enillion o ran hunaniaeth STEM yn deilio o'r rhaglen ar ôl ysgol o gymharu â'r gwerysll haf (Hughes, Roberts a Schellinger, 2018, tud. 3).

3.2.4 Darparu ar gyfer gwahanol ddulliau dysgu

Roedd darparu ar gyfer hoff ddull dysgu unigolyn yn bwysig ar gyfer rhai o'r ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM a drafodwyd a oedd yn ymwneud â'r blynyddoedd cynnar ac ysgolion cynradd. Daeth hyn i'r amlwg hefyd fel thema ar gyfer gweithgareddau oedran uwchradd, gydag ymyriadau **y tu allan i oriau ysgol** yn cael eu cyflwyno i grwpiau o fenywod yn unig gan ddarparu ffocws ar gyfer ychydig o astudiaethau yn y categori oedran hwn. Amlygodd un astudiaeth o'r fath yng Nghnada bwysigrwydd gweithgareddau'n **cael eu hysgogi gan brofiadau a barn cyfranogwyr** yn hytrach na dod o sylfaen academaidd uniongyrchol, bod 'trafodaeth ddwy ffordd' yn bwysig i ferched er mwyn ailystyried eu profiadau fel profiadau gwyddoniaeth; ac ailystyried gwyddoniaeth er mwyn cynnwys profiadau beunyddiol merched (Gonsalves, Rahm a Carvalho, 2013, tud. 1068). Fodd bynnag, mae'n bwysig nodi bod maint yr ymchwil hon yn gyfyngedig (chwech o fyfyrwyr 17-18 oed). Serch hynny, roedd astudiaeth fach iawn arall, a oedd yn canolbwyntio ar ymgysylltiad pedair merch â her roboteg, yn cefnogi'r farn hon (Gomoll et al., 2016, tud. 899); croesawodd y cyfranogwyr y cyfle i bersonoli eu robotiaid, a chael adborth uniongyrchol gan gyfoedion a hwyluswyr - darparodd bob un gymhelliant pwysig i ymgysylltu â roboteg.

Canfu astudiaeth Americanaidd mwy o faint a chadarnach a ddefnyddiodd hapdreial wedi'i reoli i werthuso effaith ymyrraeth wyddoniaeth anffurfiol i ferched: 'A multivariate analysis of variance demonstrated that programme participants scored higher than their control group peers on weighted composite of post-programme affinity indicators'. Y dangosyddion hyn oedd diddordeb mewn gwyddoniaeth, effeithiolrwydd gyda gwyddoniaeth, agweddau tuag at wyddoniaeth, a hunaniaeth wyddoniaeth; gan awgrymu bod y rhaglen wyddoniaeth anffurfiol wedi cael effaith gadarnhaol ar ffurfio hunaniaethau gwyddoniaeth ac effeithiolrwydd ymhlith merched (Todd a Zvoch, 2019, tud. 102). Roedd rhaglen ymyrraeth a gyflwynwyd i 70 o bobl ifanc 16-18 oed mewn ysgol yn Llundain gan y Sefydliad Ffiseg hefyd yn adlewyrchu'r potensial i gyfuno **ystod o gyfleoedd** i fodloni'r dulliau dysgu a ffeirir gan unigolion. Canfu'r gwerthusiad o'r rhaglen mai gweithgareddau a gyflwynwyd y tu allan i 'wersi arferol' oedd y rhai mwyaf poblogaidd (Y Sefydliad Ffiseg, 2014, tud. 14). Ymchwilwyd ymhellach i hyn gan ymchwilwyr eraill, gyda 254 o gyfranogwyr a fynychodd brofiadau dysgu anffurfiol dros yr haf mewn tri sefydliad yn America dros dair blynedd. Adroddwyd bod y profiad wedi ymestyn a dyfnhau dysgu cynnwys STEM gan ddarparu cyfle a mynediad at gynnwys, gosodiadau a deunyddiau na fyddai gan y mwyafrif o fyfyrwyr ar y lefel ganol fynediad atynt fel arall (Roberts et al., 2018, tud. 1). Adroddodd gwerthuswyr rhaglen gyfoethogi STEM a gyflwynwyd i ferched yn eu harddegau er 2000 yn yr Unol Daleithiau gan ddefnyddio gweithgareddau ar ôl ysgol ac yn ystod gwyliau'r haf i archwilio

gwyddoniaeth a pheirianneg, fod yn rhaid i weithgareddau ddal eu diddordeb, bod yn hwyliog, ac na ddylent 'deimlo fel ysgol.' (Mosatche et al., 2013, tud. 24).

Daeth astudiaeth arall ar raddfa fawr gyda 1,848 o fyfyrwyr Americanaidd ar draws 29 o ysgolion i'r casgliad hefyd fod **gweithgareddau ymarferol cydweithredol** yn cyfrannu'n gadarnhaol at ymgysylltiad myfyrwyr mewn gwyddoniaeth (Bae a Lai, 2019, tud. 1). Nododd astudiaeth yn yr Almaen ganfyddiadau tebyg ar ôl ymchwilio i ystod o weithgareddau ymgysylltu, gan ddod i'r casgliad bod gwahanol fathau o weithgareddau ymgysylltu â STEM ymarferol yn debygol o feithrin neu gynnal ymagweddau cadarnhaol tuag at STEM, a phan archwiliwyd yr effaith ar agweddau tuag at STEM rhwng y ddau ryw, ni welwyd unrhyw wahaniaethau arwyddocaol (Christensen, Knezek, a Tyler-Wood, 2015, tud. 898; tud. 908). Nododd astudiaeth arall yn Taiwan gyda 72 o ferched oedran uwchradd fanteision **gweithgareddau grŵp yn seiliedig ar brosiect** i ddatblygu barn benywod am STEM (Lou et al., 2014, tud. 52). Mae eraill hefyd yn adrodd ar y potensial i ddysgu cyfunol danio diddordeb merched mewn STEM (Pinkard, 2017, tud. 477).

Defnyddiodd rhaglen addysg ffiseg yn Hong Kong barc thema i ddarparu addysg gwyddoniaeth yn y gymuned i 200 o fyfyrwyr oedran uwchradd a chanfu fod y defnydd arloesol o dechnolegau digidol yn arwain at ddileu gwahaniaethau mawr traddodiadol o ran rhywedd mewn perthynas â pherfformiad mewn ffiseg a diddordebau dysgu. Mae hyn felly'n darparu tystiolaeth bellach o bwysigrwydd prosiectau ymarferol, sy'n ymwneud â bywyd go iawn.

3.2.5 Yr amser sydd ei angen

Nodwyd bod **hyd yr ymyriadau** yn ffactor pwysig i'r rhai sy'n targedu dysgwyr y blynyddoedd cynnar ac ysgolion cynradd ac roedd hyn hefyd yn wir yn y llenyddiaeth a oedd yn ymwneud ag ymyriadau ysgolion uwchradd. Nododd un astudiaeth Americanaidd a gyflwynodd ymyrraeth gyrfaedd a oedd yn canolbwyntio ar STEM i 88 o fenywod oedran ysgol uwchradd dros gyfnod o naw wythnos fod newidynnau hunanefeithlonrwydd penderfyniadau gyrfa a hunanefeithlonrwydd STEM wedi gwella'n sylweddol ymysg cyfranogwyr yn y grŵp triniaeth a bod yr enillion hynny wedi cynyddu dri mis ar ôl yr ymyrraeth (Falco a Summers, 2019, tud. 62). Fodd bynnag, mae ymyriadau eraill a ddarperir yn fwy dwys dros amserlen fyrrach (wythnos) hefyd yn nodi gwelliannau mewn agweddau tuag at wyddoniaeth a gyrfaedd sy'n gysylltiedig â gwyddoniaeth, gyrfaedd peirianneg a chemeg (Kim, 2016, tud. 174; Cloutier, 2018, tud. 18; Levine et al., 2015, tud. 1639); gyda rhai gweithgareddau'n cael eu cyflwyno fel gweithgaredd allgymorth diwrnod llawn hefyd yn newid agweddau cyfranogwyr at berthnasedd gwyddoniaeth a diddordeb mewn gyrfa wyddonol yn sylweddol (Levine, a Discenza, 2018, tud. 1316). Fodd bynnag, nododd un astudiaeth yn Israel a oedd yn cynnwys 500 o fyfyrwyr gwrywaidd a benywaidd a oedd yn cymryd rhan mewn gweithgareddau cyfoethogi gwyddoniaeth fod y merched yn dangos llai o diddordeb mewn ffiseg a llai o hunanefeithlonrwydd tuag at ffiseg, gan ddod i'r casgliad bod angen gwella dyluniad yr ymyrraeth (Sasson a Cohen, 2013, tud. 718).

Mae arddangosfeydd symudol hefyd yn darparu cyfleoedd i fyfyrwyr gymryd rhan mewn STEM, ac adroddodd astudiaeth ar raddfa fawr (1,210 o fyfyrwyr) ar draws pedair gwlad Ewropeaidd a archwiliodd agweddau a chymhelliant tuag at beirianneg, wahaniaethau clir o ran rhywedd mewn perthynas â barn ar weithgareddau megis dylunio gemau cyfrifiadur ac animeiddiadau - roedd bechgyn yn fwy awyddus, fodd bynnag gwelwyd gwelliant yng ngwybodaeth yr holl fyfyrwyr ar ôl yr ymweliad (Salmi, Thuneberg a Vainikainen, 2016, tud.

638). Mae'r canlynol yn rhoi enghraifft o'r prosesau dan sylw i ddarparu profiad STEM dwys ac er ei fod yn targedu myfyrwyr sydd â 'chylaf gwyddoniaeth' presennol, mae'n dangos effeithiolrwydd y dull hwn â ffocws, ond mae'n tynnu sylw at y math o raglen sy'n effeithiol i'r rhai sydd eisoes yn ymgysylltu.

Cyflwyno Rhaglen Allgymorth Ffiseg

Mae'r Rhaglen Ffiseg Niwclei Atomig (PAN) yn brofiad dwys wythnos o hyd i fyfyrwyr yn America, ac mae'n cynnwys darlithoedd ac arbrefion ac ymchwil mewn labordy. Mae angen proses ymgeisio ffurfiol, gan gynnwys tystlythyrau athrawon; mae 24 myfyriwr (niferoedd cyfartal o fyfyrwyr gwrywaidd a benywaidd) yn cymryd rhan bob blwyddyn. Wrth i'r rhaglen gael ei hysbysebu'n ehangach, roedd angen i'r broses ddethol fod yn fwy llym. Roedd y gwerthusiad o'r rhaglen yn cynnwys grŵp cymharu cyfatebol a nododd y canfyddiadau fod y cyfranogwyr wedi dweud bod y rhaglen wedi cynyddu'r dylanwad ar eu diddordeb mewn gyrfaoedd STEM.

Er bod y cyfranogwyr eisoes yn gymwys mewn Gwyddoniaeth, oherwydd natur ddethol y rhaglen, roeddent yn gwerthfawrogi rhyngweithio â staff prifysgol a graddedigion a'r profiad ymchwil dilys.

Roedd cyfranogwyr PAN bron **naw gwaith yn fwy tebygol o astudio gradd STEM** ac wyth gwaith yn fwy tebygol o fod eisiau dilyn gyrfa mewn STEM o gymharu â'r myfyrwyr yn y grŵp rheoli (Constan a Spicer, 2015).

Yr amserlen hiraf ar gyfer ymyrraeth a werthuswyd yn y llenyddiaeth oedd un a gyflwynwyd dros dair blynedd, gydag **ystod o weithgareddau** cyfun - gwersyll haf, Academiau Dydd Sadwrn a mentora, a oedd yn anelu at annog 117 o fenywod yn eu harddegau i ddilyn gyrfaoedd gwyddonol mewn ymchwil yn y maes cyffuriau ac alcohol. Nododd dadansoddiad a gynhaliwyd bum mlynedd ar ôl cwblhau'r rhaglen;

'[...] program participants had greater confidence in their abilities to learn science and to complete the training for science compared to non-science careers. Participants were also more likely to attend college and to major in science than non-selected applicants. Finally, intervention participants were more likely to have retained their original aspirations for a career in science.' (Schumacher, 2009, tud. 303)

Mae'n amlwg bod yr adnoddau a'r amser sydd ar gael yn pennu hyd ymyrraeth. Serch hynny, mae'n ymddangos, er bod ymyriadau'n amrywio o ran hyn, eu bod i gyd yn cael effaith, ond yn ôl eu natur, mae ymyriadau a oedd yn gofyn am fwy o wariant ac amser wedi'u gwerthuso i raddau mwy, ac o bosibl yn cyflwyno canfyddiadau mwy cadarn.

3.2.6 Mentora

Roedd rhai rhaglenni'n canolbwyntio'n llwyr ar ymyriadau a ddarparodd gymorth **mentora** i fenywod. Roedd un gwerthusiad ar raddfa fawr yn yr Almaen gyda 1,237 o gyfranogwyr yn cynnwys grwpiau rheoli a oedd yn cynnwys ymgeiswyr a ddewiswyd ar hap i gyfranogi'n ddiweddarach (grŵp rheoli rhestr aros) yn ogystal â grwpiau rheoli benywaidd a gwrywaidd. Daeth y gwerthusiad hwn i'r casgliad fod cyfranogiad yn arwain at newidiadau cadarnhaol mewn sicrwydd ynghylch nodau gyrfa (yn annibynnol ar STEM) ac yn nifer y gweithgareddau STEM (Stoeger et al., 2016, tud. 53). Defnyddiodd rhaglen **mentora ar-**

lein gynharach yn yr Almaen gyda 312 o gyfranogwyr ddull tebyg i werthuso ac adrodd ar ganfyddiadau tebyg (Stoeger et al., 2013, tud. 408). Aeth astudiaeth ddiweddarach yn yr Almaen ymlaen i archwilio'r gwahaniaethau rhwng mentora grŵp a mentora un i un; derbyniodd 156 o fyfyrwyr benywaidd wasanaeth mentora grŵp, a derbyniodd 191 gefnogaeth un i un gan academyddion benywaidd dros chwe mis. Darganfu'r astudiaeth fod y broses **mentora grŵp** yn fwy effeithiol o ran maint y cyfathrebu ynghylch STEM, rhwydweithio, cynnydd mewn disgwyliadau STEM a rolau myfyrwyr yn eu rhwydweithiau STEM (Stoeger, Hopp a Ziegler, 2017, tud. 394).

Arweiniodd un ymyrraeth ar raddfa fach gyda myfyrwyr oedran ysgol uwchradd yng Nghymru at fentoriaid yn cefnogi gwelliant mewn hyder y myfyriwr mewn perthynas â STEM (Watermeyer, 2012, tud. 679). Nododd ymyrraeth arall chwe wythnos yn ymwneud â gyrfaedd STEM a gyflwynwyd i 68 o fyfyrwyr yn Lloegr, ganfyddiadau tebyg ynghylch deilliannau megis effaith gadarnhaol ar ehangu dealltwriaeth o'r swyddi y byddai gwyddoniaeth yn ddefnyddiol ar eu cyfer. Nododd astudiaeth Americanaidd hefyd ganfyddiadau tebyg yn dilyn rhaglen fentora ar ôl ysgol blwyddyn o hyd a gyflwynwyd gan fyfyrwyr benywaidd a oedd yn astudio peirianeg yn y brifysgol i fyfyrwyr oedran ysgol uwchradd; adroddwyd bod cydberthynas sylweddol rhwng ansawdd y mentora a hyder mewn mathemateg (Holmes et al., 2012, tud. 137).

Trafodir isod werthusiad rhaglen fentora fwy diweddar sy'n canolbwyntio'n benodol ar y nifer sy'n astudio Ffiseg a menywod mewn STEM.

Y Prosiect Mentora Ffiseg - Cymru

Ar hyn o bryd mae Ysgol Ffiseg a Seryddiaeth Prifysgol Caerdydd yn arwain y Prosiect hwn, gan weithio gyda phum prifysgol arall yng Nghymru.²⁸ Cyflwynir sesiynau mentora gan fentoriaid israddedig ac ôl-raddedig hyfforddedig i fyfyrwyr oedran uwchradd ym mlynnyddoedd 10 ac 11. Cyflwynwyd y prosiect i 87 o fentoreion blwyddyn 10 ac 11 (52 y cant yn fenywod) o naw ysgol gan ddefnyddio 21 o fentoriaid. Fel rhan o'r gwaith casglu tystiolaeth waelodlin ar gyfer y prosiect, cynhaliwyd arolwg o 1,000+ o fyfyrwyr (holl fyfyrwyr Blynnyddoedd 10 ac 11 yn ysgolion y mentoreion) i gasglu data ar fwriadau, agweddau a dyheadau'r holl fyfyrwyr.

Nododd gwerthusiad interim o gyflwyniad ac effaith y prosiect ganlyniad ystadegol arwyddocaol ar gyfer mentoreion benywaidd a fynegodd agwedd fwy cadarnhaol tuag at astudio Ffiseg Safon Uwch ar ôl cymryd rhan yn y Prosiect - cyn cymryd rhan, nododd 8.8 y cant o fentoreion benywaidd eu bod yn debygol o astudio Ffiseg Safon Uwch, ar ôl y mentora cododd hyn i 13.6 y cant, a nododd 33.3 y cant eu bod yn bwriadu dilyn gyrfa STEM cyn y Prosiect, gan godi i 52.6 y cant ar ôl ei gwblhau (Thomas a Rushton, 2019, tud. 2).

Roedd y cyfranogwyr yn gadarnhaol am y Prosiect, roeddent yn mwynhau'r sesiynau diddorol ac yn datblygu eu gwybodaeth am y pwnc a gyrfaedd posibl. Fodd bynnag, nododd athrawon y gallai targedu myfyrwyr Blwyddyn 9 (cyn iddynt ddewis eu hopsiwn Gwyddoniaeth) fod yn fwy effeithiol (Thomas a Rushton, 2019, tud. 15).

²⁸ [Prosiect Mentora Ffiseg](#) - Mae myfyrwyr israddedig ac ôl-raddedig o Brifysgolion Aberystwyth, Bangor, Caerdydd, Abertawe a De Cymru wedi'u hyfforddi fel mentoriaid ac yn gweithio gyda myfyrwyr 14-16 oed i gynyddu hyder mewn gwyddoniaeth ac archwilio gyrfaedd ac addysg sy'n gysylltiedig â ffiseg.

Fodd bynnag, mae'n bwysig nodi bod eraill yn adrodd y gallai myfyrwyr fod yn gyndyn iawn o newid eu dyheadau a derbyn ymyrraeth, serch hynny, mae angen cyfleu'r neges bod gwyddoniaeth yn ddefnyddiol ar gyfer gyrfaoedd yn y maes gwyddoniaeth a thu hwnt (Archer, DeWitt a Dillon, 2014, tud. 35).

3.2.7 Modelau rôl

Mae tystiolaeth yn y llenyddiaeth yn cynnwys ymyriadau sy'n dod i gysylltiad â **modelau rôl** STEM priodol ar gyfer y grŵp oedran hwn a grwpiau oedran hŷn. Er enghraifft, roedd un astudiaeth yn Israel yn cynnwys 60 o gyfranogwyr a 30 mewn grŵp rheoli, ac yn cynnwys cyfranogwyr yn ymweld â chwmni uwch-dechnoleg ac yn cwrdd â gwyddonwyr benywaidd. Archwiliwyd yr effaith ar ganfyddiad myfyrwyr o wyddonwyr a pheirianwyr, gallu myfyrwyr i ddelio â STEM, a'r gyrfaoedd a ddewiswyd ganddynt yn y dyfodol. Roedd y canfyddiadau'n dangos bod cyfranogwyr yn parchu gwyddonwyr, ond adroddwyd am newidiadau negyddol sylweddol o ran eu canfyddiadau o wyddonwyr benywaidd a dewisiadau gyrfa STEM, gan awgrymu y dylid cynnal ymchwiliad pellach (Bamberger, 2014, tud. 549). Mae gan y math hwn o ymyrraeth oblygiadau o ran faint o amser sy'n cael ei neilltuo i raglen, oherwydd yn dibynnu ar natur yr ymyrraeth (megis ymweliad yn yr achos hwn) gallai fod gwahaniaethau o bosibl mewn effeithiau tymor byr a thymor hwy.

Nododd un enghraifft ar ffurf astudiaeth achos fach a archwiliodd ystod o weithgareddau STEM a gyflwynwyd i ddysgwyr yng Nghymru fod un canlyniad llwyddiannus yn ymwneud â rhai cyfranogwyr yn gweithredu fel modelau rôl ar gyfer benywod iau ar ôl ymgysylltu â'r rhaglen, a thrwy hynny gael effaith dros gyfnod hwy (Glover, Harries a Jones, 2018, tud. 432). Canfu astudiaeth Ewropeaidd debyg ar raddfa fach a oedd yn cynnwys 15 myfyriwr yn gweithio gyda gwyddonydd yn ystod ymchwiliad 11 wythnos fod y model rôl a'r ffaith bod yr ymyrraeth yn seiliedig ar brosiect wedi arwain at:

'the students reconstructing 'their stereotypical views of scientists and the nature of their work owing to their personal engagement in the investigation and their collaboration with the scientist.'
(Avraamidou, 2013, tud. 90)

Nododd eraill hefyd fod gweld model rôl benywaidd fel rhywbeth dymunol a chymryd rhan mewn 'gwyddoniaeth ddilys' yn allweddol i fyfyrwyr, yn hytrach na sicrhau bod y model rôl a'r myfyrwyr o'r un rhyw (Conner a Danielson, 2016, tud. 2414). Mae ymyriadau eraill yn cadarnhau pwysigrwydd modelau rôl benywaidd; er enghraifft, roedd merched a anogwyd i ysgrifennu am fodel rôl yn tueddu i allu uniaethu'n gryfach â model rôl ac ymdeimlad eu bod yn perthyn i wyddoniaeth o gymharu ag ymateb grwpiau rheoli (O'Brien et al., 2017, tud. 301).

Adroddodd rhaglen ymyrraeth STEM hirsefydlog yn Awstralia, sy'n gweithio gyda phrifysgolion ac ysgolion partner, ar gyflwyno 53 o raglenni er 2008 i fwy na 2,000 o fyfyrwyr, a chanfu fod 90 y cant o gyfranogwyr benywaidd yn parhau i astudio gwyddoniaeth ym mlwyddyn 12. Nodwyd hefyd bod y rhaglen yn defnyddio profiadau trochi, dilys, gydag ymchwil wedi'i integreiddio i'r gweithgareddau (Scott-Parker a Barone-Nugent, 2019, tud. 6).

Roedd ymyrraeth ar raddfa fawr gyda myfyrwyr yn Ffrainc yn cynnwys **gwyddonwyr benywaidd** ifanc yn cyflwyno gweithgaredd awr o hyd, a oedd yn darparu gwybodaeth am yrfaeoddd yn ymwneud â gwyddoniaeth ac yn benodol tangynrychiolaeth menywod mewn gwyddoniaeth. Bu'r hwyluswyr hefyd yn trafod eu profiad a'u llwybr gyrfa eu hunain. Dewiswyd oddeutu 10,000 o fyfyrwyr ar hap ar gyfer yr ymyrraeth, ac ar ôl hynny nododd y myfyrwyr eu dewisiadau pwnc ar gyfer y dyfodol. Yn dilyn y gweithgaredd, nodwyd bod cynnydd mewn cynrychiolaeth benywod o 30 i 34 y cant mewn llwybrau dethol STEM, a chynnydd o 28 i 31 y cant mewn llwybrau sy'n cynnwys gwrywod yn bennaf. Fodd bynnag, nodwyd hefyd mai dim ond gyda myfyrwyr â chefnidir academaidd cryf ac a oedd wedi dewis Gwyddoniaeth yn yr ysgol uwchradd y digwyddodd y gostyngiad yn y bwlch o ran rhywedd (Breda et al., 2018, tud. 4-33).

3.2.8 Rhyngblethedd

Wrth archwilio'r llenyddiaeth ar gydraddoldeb rhywiol a STEM daeth i'r amlwg bod rhai astudiaethau'n canolbwyntio ar **ethnigrwydd, a / neu gefndir economaidd-gymdeithasol** hefyd. Archwiliodd un astudiaeth ganfyddiadau merched Duon a gymerodd ran mewn rhaglen STEM yn y gymuned. Er nad yw maint yr astudiaeth yn glir, nododd y canfyddiadau fod diddordeb mewn STEM wedi cynyddu drwy gydol y rhaglen a'i bod wedi darparu dull mwy cyfannol o ddysgu STEM sy'n digwydd ar draws lleoliadau a gydol oes (King a Pringle, 2019, tud. 539). Canfu astudiaeth arall a oedd yn canolbwyntio ar ymgysylltiad benywod lleiafrifoedd ethnig â gwyddoniaeth ganlyniadau tebyg yn ystod ymyrraeth amser cinio dros gyfnod o bedair wythnos; pan roddwyd cyfleoedd i'r merched ymgysylltu â'u naratif personol, a phan oedd gwyddoniaeth yn agored i feirniadaeth, llwyddodd merched o leiafrifoedd ethnig i ddefnyddio naratif hanesyddol cyffredin er mwyn creu naratif gwyddoniaeth (Thompson, 2014, tud. 392).

Mae'r canfyddiadau uchod yn atgyfnerthu'r rhai yn yr astudiaethau a amlygwyd yn Adran 3.2.4, sef pwysigrwydd sicrhau y darperir ar gyfer diddordebau ac amgylchiadau unigol wrth gynllunio a chyflwyno ymyriadau. Fodd bynnag, daeth un ymyrraeth tair blynedd yn yr UD a oedd yn anelu at annog benywod i astudio peirianeg i'r casgliad, o ran menywod lleiafrifol ag incwm isel, nad oedd bod â diddordeb mewn peirianeg yn ddigon iddynt astudio'r pwnc; gan fod diffyg adnoddau ariannol a chefnogaeth gymdeithasol ar gyfer peirianeg, ynghyd ag ofni methiant wedi cael effaith negyddol ar eu gallu i astudio'r pwnc (Bystydzienski, Eisenhart, a Bruning, 2015, tud. 88). Mae canfyddiadau o'r fath yn nodi'r potensial i ymchwilio ymhellach i ryngblethedd rhywedd mewn STEM, ynghyd ag ystyried rhwystrau eraill yr adroddir eu bod yn bodoli ar gyfer benywod sy'n astudio neu'n gweithio ym maes STEM.

Roedd S4 - Cynllun Gwyddoniaeth i Ysgolion Prifysgol Abertawe y soniwyd amdano o'r blaen - hefyd yn mynd i'r afael â chyfleoedd i'r rhai sy'n byw mewn ardaloedd mwy difreintiedig. Nododd ymchwilwyr fod disgyblion â chyfalaf addysgol isel tybiedig yn dangos mwy o effeithiau cadarnhaol cyfranogiad gweithgaredd STEM na'r rhai â chyfalaf addysgol uwch, ac nad oes 'tloidi dyhead', ac eto roedd dysgwyr yn ymwybodol o'r rhwystrau sy'n gysylltiedig â realiti economaidd-gymdeithasol (Bryan, Gagen a Bryan, dan adolygiad). Felly, gan nodi y bydd y math o ymyriadau y canolbwyntir arnynt yn effeithio ar y rhai y bwriedir ymgysylltu â hwy, yr allwedd i hyn yw a yw dysgwyr heb gyfalaf gwyddoniaeth hefyd yn cymryd rhan gadarnhaol.

3.2.9 Dylanwadau eraill

Mae'r holl enghreifftiau uchod yn canolbwyntio ar yr effaith y mae ymyriadau uniongyrchol yn ei chael ar agwedd benywod tuag at bynciau a gyrfaedd STEM yn ystod eu hamser yn yr ysgol uwchradd. Fodd bynnag, mae'n bwysig nodi y **gall ffactorau eraill ddylanwadu ar gymhelliant** a dyheadau. Darganfu un arbrawf ar hap mai **ymyrraeth rhieni** oedd fwyaf effeithiol o ran cynyddu nifer y merched uchel eu cyflawniad a nifer y bechgyn isel eu cyflawniad a oedd yn dilyn cyrsiau STEM ond nid oedd yn helpu merched isel eu cyflawniad (Rozek et al., 2015, tud. 195). Arweiniodd ymyrraeth arall a hyrwyddodd gyrsiau STEM i rieni drwy bamffledi a gwefan hefyd at nifer fwy yn astudio cyrsiau STEM estynedig o blith y grŵp ymyrraeth o gymharu â'r grŵp rheoli yn ystod blynyddoedd olaf addysg orfodol (Harackiewicz, et al., 2012 , tud. 889).

Fel y nodwyd ar ddechrau'r adran hon, mae'r dystiolaeth yn awgrymu bod y cyfle i ddylanwadu ar farn a bwriadau benywod i ddilyn pynciau neu yrfaedd STEM yn gyfyngedig. Mae'r ymchwil yn awgrymu mai'r ysgol yw'r 'cyfnod tyngedfennol' ar gyfer dewisiadau gyrfa (WISE, 2019, tud. 8). Mae'r enghreifftiau uchod yn tynnu sylw at ystod o ddulliau sydd wedi'u treialu, ac mae'n ymddangos bod pob un ohonynt yn arwain at ddeilliannau cadarnhaol o ran mynd i'r afael â stereoteipiau rhywedd ym maes STEM a datblygu diddordeb benywod mewn STEM.

3.3 Addysg Ôl-16 ac Addysg Uwch

Mae'r adran hon yn disgrifio'r dystiolaeth sy'n ymwneud ag ymyriadau rhywedd mewn STEM a nodwyd yn y sectorau addysg ôl-16 ac Addysg Uwch (AU). Roedd gwerthusiadau o ymyriadau ar gyfer y cam hwn yn cynnwys 34.3 y cant o'r astudiaethau academaidd a archwiliwyd, gydag astudiaethau Americanaidd yn tra-arglwyddiaethu eto, a thrafodir nifer fach o astudiaethau Ewropeaidd hefyd. Yn y maes AU, ymchwil a gynhaliwyd gyda myfyrwyr israddedig a nodwyd amlaf o ran ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM. Mae myfyrwyr ôl-raddedig, sy'n ymwneud ag ymchwil uniongyrchol, wedi'u cynnwys yn yr adran nesaf, a'u cyfuno â'r llenyddiaeth sy'n archwilio ymyriadau sy'n targedu'r rhai mewn cyflogaeth. Mae'n bwysig nodi bod rhai o'r ymyriadau a gyflwynir grwpiau oedran eraill yn cael eu datblygu a'u darparu gan y rhai sy'n gweithio neu'n astudio mewn AU. Amlygwyd hefyd nad yw ymyriadau wedi'u profi'n drwyadl mor gyffredin â hynny (Dennehy a Dasgupta, 2017, tud. 5964). Fel y soniwyd eisoes, mae adolygiadau systematig o werthusiadau o ymyriadau sydd hefyd yn darparu gwybodaeth ddefnyddiol ynghylch effeithiolrwydd ymyriadau (e.e. Lee, Alston a Kahn, 2015; Van den Hurk, Meelissen a Van Langen, 2019). Archwilir rhai o'r ymyriadau a grynhoir yn y ffynonellau hyn yn uniongyrchol yn yr adran hon.

Pwyntiau dysgu allweddol

- Gall gweithgareddau dilys, pwnc-benodol sy'n **seiliedig ar brosiect** gael effaith gadarnhaol ar ymgysylltiad benywod â STEM a dilyn gyrfa STEM.
- Gall defnyddio portreadau cadarnhaol o fenywod mewn STEM a hyfforddiant cadarnhau ymhlyg gyfrannu at wella canfyddiadau benywod o'r mathau hyn o yrfaoedd a datblygu **ymdeimlad o berthyn**
- Mae cefnogaeth **mentor benywaidd** yn gwella cyfraddau cadw menywod mewn pynciau STEM
- Gall defnyddio amgylchedd **dysgu ar-lein/rhithwir** i ddarparu cynnwys pwnc STEM annog mwy o gyfranogiad gan fenywod a **chynyddu amrywiaeth** ar gyrsiau
- Gall amlygiad i **stereoteipiau** rhywedd gael effaith negyddol ar ymdeimlad benywod o berthyn i broffesiwn STEM
- Bu tiwtora **wedi'i arwain gan gymheiriaid** a gwaith **grŵp bach** yn llwyddiannus
- Gall **ymyriadau byr / cyfyngedig** gael effaith gadarnhaol ar ymgysylltiad menywod â STEM
- Gall timau sy'n cynnwys **aelodau benywaidd lluosog** yn hytrach na rhannu benywod rhwng timau wella perfformiad
- Mae gan **raglenni STEM un rhyw** y potensial i gynyddu ymdeimlad benywod o berthyn
- Mae **ffactorau lluosog** yn dylanwadu ar ymgysylltiad benywod â phynciau STEM a gyrfaoedd sy'n gysylltiedig â STEM
- Gall ymyriadau sy'n canolbwyntio ar **hyder benywod** a lleihau pryder ynghylch prawf arwain at effaith gadarnhaol ar berfformiad benywod mewn pynciau STEM

3.3.1 Canolbwyntio ar bwnc

Cyflwynodd y ddwy adran flaenorol ymyriadau a oedd wedi targedu meysydd pwnc penodol yn llwyddiannus i gyflawni eu gweithgareddau ac mae'r rhai sy'n astudio yn y brifysgol hefyd wedi profi gweithgareddau tebyg. Erbyn y cam hwn mae myfyrwyr wedi arbenigo o ran eu ffocws astudio ac mae rhai sefydliadau wedi ceisio cynnal cymhelliant a diddordeb mewn STEM drwy gyflwyno **dysgu'n seiliedig ar brosiect**, a thrwy hynny ddarparu profiad dysgu mwy dilys. Er enghraifft, cymerodd 492 o fyfyrwyr gwyddoniaeth naturiol a pheirianeg mewn prifysgol yn America ran mewn o leiaf un gweithgaredd dysgu'n seiliedig ar brosiect yn ystod blwyddyn academaidd. Canfuwyd bod y prosiect wedi cael effaith gadarnhaol ar ganfyddiadau myfyrwyr o sgiliau STEM, canfyddiadau o werth defnyddioldeb cymryd rhan mewn cyrsiau STEM, a dyheadau gyrfa STEM. Nododd y gwerthusiad hefyd ganlyniadau cyfartal waeth beth fo'u rhywedd a'u hil (Beier, 2019, tud. 3).

3.3.2 Mynd i'r afael â stereoteipiau

Roedd mynd i'r afael â stereoteipiau drwy ymyrraeth yn darparu ffocws ar gyfer ychydig o astudiaethau ar gyfer myfyrwyr oedran uwchradd (gweler adran 3.2.3) ac mae prosiectau tebyg wedi'u cyflwyno i fyfyrwyr prifysgol. Cynhaliodd un brifysgol yn America astudiaeth gan ddefnyddio portreadau cadarnhaol o fenywod mewn cyfrifiadureg (ymgynghorwyd â 347 o fyfyrwyr) i archwilio'r effeithiau ar fyfyrwyr gwrywaidd a benywaidd. Canfu'r astudiaeth ei bod yn ymddangos nad oedd dod i gysylltiad â straeon newyddion cadarnhaol am gyfrifiadurwyr benywaidd yn gwneud unrhyw wahaniaeth i ddiddordeb dynion yn y pwnc, ond wedi hynny, mynegodd menywod a ddarllenodd am gyfrifiadurwyr benywaidd fwy o ddiddordeb. Daeth yr astudiaeth i'r casgliad y gellid mynd i'r afael â stereoteipiau drwy **ymdrechion gan y cyfryngau** er mwyn newid sut mae cyfrifiadurwyr yn cael eu darlunio (Cheryan, 2013, tud. 58). Arbrofodd astudiaeth fach o Wlad Pwyl gyda 50 o fyfyrwyr â thrin gwahaniaethau o ran rhywedd a chanfu y gallai amlygu'r nodweddion tebyg rhwng dynion a menywod eu hannog i gymryd rhan mewn STEM (Jasko, Dukala a Szastok, 2019, tud. 473).

Mewn bod hapdreial a reolir, a brofodd ymyriadau a oedd yn anelu atliniaru effeithiau'r "hinsawdd oeraidd" y gall menywod ei brofi yn y meysydd STEM a ddominyddir gan ddynion, adroddwyd effaith gadarnhaol. Roedd 'hyfforddiant cadarnhad' yn helpu menywod i ddatblygu adnoddau allanol a rheoli straen a all godi oherwydd ymleiddio cymdeithasol; a helpodd yr ymyrraeth 'ymberthyn cymdeithasol' gydag integreiddio i beirianeg, ac roedd y ddau ymyriad yn gysylltiedig â gwelliannau mewn cyflawniad ac agwedd (Walton et al., 2015, tud. 468).

Nododd astudiaeth arbrofol arall a oedd yn cynnwys 750 o fyfyrwyr mewn adran Cemeg mewn prifysgol yn America, pan oedd menywod yn dod i gysylltiad â rhagfarn, eu bod yn disgwyl mwy o wahaniaethu ac yn cyfleu llai o ymdeimlad o berthyn, ond pan ddarllenodd y cyfranogwyr am adran ddiuedd diflannodd y gwahaniaeth yn ymwneud â rhywedd. Fodd bynnag, nododd yr ymchwilwyr hefyd nad oedd cwblhau hyfforddiant amrywiaeth yn effeithio ar y canfyddiadau gan awgrymu na all gwybodaeth am fentrau amrywiaeth yn unig gau'r bylchau o ran rhywedd mewn STEM (Moss-Racusin et al., 2018b, tud. 651). Mae hyn yn awgrymu bod angen i hyfforddiant ar ragfarn anymwybodol fod yn rhan o becyn o fentrau sy'n targedu cydraddoldeb rhywiol.

3.3.3 Mentora

Canfu tystiolaeth a nodwyd yn adran 3.2.6 fod **ymyriadau mentora** yn effeithiol gyda dysgwyr oedran uwchradd, ac mae'r canfyddiadau'n awgrymu bod hyn hefyd yn wir mewn AU. Adroddodd ymyrraeth mentora cyfoedion hydredol mewn prifysgol yn America gyda 150 o fyfyrwyr:

'Female (but not male) mentors protected women's belonging in engineering, self-efficacy, motivation, retention in engineering majors, and post-college engineering aspirations [and] the benefits of peer mentoring endured long after the intervention had ended, inoculating women for the first 2 years of college—the window of greatest attrition from science, technology, engineering, and mathematics (STEM).'
(Dennehy a Dasgupta, 2017, tud. 5964)

Adroddodd rhaglen fentora prifysgol arall yn America ganfyddiadau cadarnhaol tebyg, yn seiliedig ar **fentora anffurfiol** i fyfyrwyr STEM benywaidd blwyddyn gyntaf a'r ail flwyddyn. Roedd yr astudiaeth yn cynnwys 116 o fyfyrwyr ar draws saith sefydliad ac yn defnyddio dull ymchwil â chyfatebiaeth o ran sgôr tueddferyd (h.y. paru myfyrwyr a gymerodd ran yn yr ymyrraeth ag eraill â nodweddion tebyg nad oeddent wedi cymryd rhan ynddi) i werthuso'r rhaglen. Roedd yr effaith ar gyfranogwyr benywaidd yn cynnwys:

- rhwydweithiau mwy na'r grwpiau rheoli cyfatebol;
- hunaniaeth wyddonol gryfach;
- mwy o ddiddordeb mewn llwybrau gyrfa gwyddorau daear ac amgylcheddol;
- gwell bwriadau o ran dyfalbarhad gwyddonol o ganlyniad i ddatblygu hunaniaeth wyddonol gryfach (Hernandez, 2017).

Mae eraill wedi cynnal astudiaethau a oedd yn cefnogi effaith gadarnhaol dyrannu mentor benywaidd e.e. dangosodd astudiaeth o 72 o israddedigion a ryngweithiodd ag arbenigwr pwnc benywaidd eu bod yn uniaethu mwy â mathemateg, ac yn cynyddu eu hymdrech mewn prawf mathemateg anodd iawn o'i gymharu ag eraill a ryngweithiodd â chymheiriad gwrywaidd uwch. Cyflwynwyd canlyniadau tebyg ar gyfer 101 o fyfyrwyr peirianeg, gan dynnu sylw at fanteision dod i gysylltiad ag arbenigwyr o'r un rhyw i wella **ymdeimlad menywod o berthyn** a chysylltedd (Stout, 2011, tud. 268).

Cynhyrchodd rhaglen fentora lai mewn prifysgol yn America (17 o gyfranogwyr) ganfyddiadau tebyg gan gynnwys: bod menywod yn fwy cyfforddus â **mentoriaid benywaidd**; bod myfyrwyr gwrywaidd yn teimlo mwy o gysylltiad â diwylliant STEM lle mae dynion yn dominyddu; a bod benywod yn ceisio cefnogaeth mentoriaid o'r un rhywedd i liniaru rhai o agweddau anghysurus eu profiadau ymchwil STEM (Daniels et al., 2019). Canfu astudiaeth arall yn America a gefnogodd fenywod â mentoriaid fod menywod yn credu eu bod yn wannach na dynion pan oeddent yn dechrau yn y brifysgol er bod eu perfformiad academaidd yn debyg. Ac eto, erbyn iddynt raddio, nododd y menywod fod eu hunanefeithlonrwydd yn cyfateb i hunanefeithlonrwydd dynion ar ôl cymryd rhan yn y rhaglen fentora (MacPhee, Farro a Canetto, 2015, tud. 2013, tud. 347). **Defnyddiwyd e-fentora** hefyd i gefnogi benywod sy'n astudio STEM a oedd wedi'u lleoli mewn rhannau mwy gwledig neu anghysbell o wlad (Awstralia) (Redmond a Gutke, 2019).

3.3.4 Yr amgylchedd dysgu

Roedd rhai o'r ymyriadau mentora uchod yn ei gwneud yn ofynnol i fyfyrwyr gael mynediad i ddysgu ar-lein, ac mae gwaith ymchwil arall wedi canolbwyntio ar gyflwyno'r pwnc gan ddefnyddio **amgylchedd dysgu ar-lein / rhithwir**. Er enghraifft, daeth astudiaeth o 56 o ddysgwyr mewn un brifysgol yn yr Almaen i'r casgliad y byddai cyflwyno cyrsiau i fenywod yn unig yn lleihau tangynrychiolaeth benywod ar gyrsiau peirianeg (Christophel a Schnotz, 2017). Defnyddiodd prifysgol yn America ddull tebyg i ddarparu STEM i grŵp ehangach o fyfyrwyr ac adroddodd fod y rhaglen yn llwyddiannus o ran cynyddu amrywiaeth. Canfu'r astudiaeth hon fod y rhaglen yn darparu llwybr hyfyw ymhlith y llu o lwybrau STEM, gyda'r cwrs yn cynnwys **mwy o amrywiaeth** na'r cwrs ar y campws - roedd 71 y cant o'r myfyrwyr yn fenywod (Drew et al., 2016). Defnyddiodd ymyrraeth arall ddarpariaeth ar-lein i alluogi model rôl benywaidd i ryngweithio â 68 o fyfyrwyr Cemeg a 252 o fyfyrwyr Seicoleg. O gymharu â'r grŵp rheoli, cafodd y grŵp ymyrraeth raddau uwch ac roedd y cyfraddau methu a rhoi'r gorau iddi yn is (Herrmann et al., 2016, tud. 258).

Mae effaith yr amgylchedd ffisegol ar stereoteipiau rhywedd STEM eisoes wedi'i amlygu ar gyfer grwpiau oedran iau ac archwiliodd un brifysgol yn America effaith hyn ymhellach, gan ymchwilio i effeithiau **amgylchedd croesawgar** o'i gymharu ag amgylchedd STEM traddodiadol. Canfu'r astudiaeth hon fod menywod yn yr amgylchedd croesawgar yn derbyn mwy o negeseuon am fenywod mewn STEM, yn fwy tebygol o wisgo neu gario arwydd o'u prif bwnc a bod ganddynt fwy o fodolau rôl mewn STEM ymysg eu cymheiriaid. O ganlyniad, drwy drin yr amgylchedd i leihau stereoteipiau, cynyddodd nifer y benywod a oedd yn uniaethu â STEM (Ramsey, Betz a Sekaquaptewa, 2013, tud. 377). Cefnogodd astudiaeth arbrofol arall gyda 193 o fyfyrwyr y canfyddiadau hyn, gan ddod i'r casgliad bod angen creu cyd-destunau sy'n ymwneud yn llai â stereoteipiau er mwyn cael effaith gadarnhaol ar fenywod i barhau i ymgysylltu â phynciau STEM (Schuster a Martiny, 2017, tud. 40).

Archwiliwyd hefyd y broses o gyflwyno cefnogaeth i fyfyrwyr gan ddefnyddio **mentrau wedi'u harwain gan gymheiriaid** fel llwybr i wella cyflawniad a chyfraddau cadw ar gyfer graddau STEM. Er enghraifft, nododd un astudiaeth 10 mlynedd o brifysgol yn yr UD ganlyniadau cadarnhaol, yn enwedig ymhlith myfyrwyr benywaidd (Drane, Micari a Light's, 2014, tud. 210). Rhoi anogaeth a gweithio gyda chymheiriaid oedd ffocws astudiaeth Americanaidd arall gyda 168 o ddynion a 285 o fenywod, a neilltuwyd ar hap i dderbyn gwahoddiad e-bost i raglen **diwtora dan arweiniad cymheiriaid** a oedd yn cynnwys gwybodaeth ffeithiol (rheolaeth), negeseuon twf, neu negeseuon twf wedi'u cyfateb i ddiwylliant sy'n pwysleisio ymdrech a chyd-ddibyniaeth. Nododd y canfyddiadau na fu unrhyw effaith ar y dynion a ymunodd â'r sesiynau tiwtora, ond roedd negeseuon twf yn cynyddu nifer y menywod a oedd yn cofrestru. O ganlyniad, mynychodd mwy o fenywod y sesiynau a gwelwyd gwelliant yn eu cyflawniad (Covarrubias, Laiduc, a Valle, 2019, tud. 434).

Archwiliodd astudiaeth debyg mewn prifysgol yn yr UD yr effaith ar gyfran y myfyrwyr peirianeg gwrywaidd a benywaidd yn ystod gwaith grŵp bach. Roedd y dyluniad arbrofol yn amrywio cyfansoddiad grwpiau i gynnwys 75, 50 a 25 y cant o fenywod. Roedd mwy o effaith ar fyfyrwyr blwyddyn gyntaf gyda myfyrwyr benywaidd mewn grwpiau lle roedd y mwyafrif yn fenywod a grwpiau lle roedd cydraddoldeb rhwng y rhywiau yn nodi llai o bryder na'r rhai yn y grŵp lle roedd benywod yn y lleiafrif. Fodd bynnag, nid oedd hyn yn berthnasol i fyfyrwyr uwch. Serch hynny, roedd y casgliadau'n hyrwyddo'r defnydd o

weithio mewn grwpiau bach i gadw diddordeb benywod (Dasgupta, Scircle, a Hunsinger, 2015, tud. 4988). Adroddwyd canlyniadau cadarnhaol tebyg gan astudiaeth a oedd yn cynnwys 369 o fyfyrwyr a archwiliodd effaith cynghrair gynghori ar fenywod gan ddefnyddio grŵp rheoli; adroddwyd bod cefnogaeth gyfryngol a chefnogaeth seicogymdeithasol yn ddau ffactor amlwg i fenywod mewn STEM (Primé et al., 2015, tud. 64).

Arbrofodd un brifysgol yn America drwy gynnig system raddio wahanol i fyfyrwyr (Gradd Lwyddiannus/Aflwyddiannus) i weld a gafodd hyn unrhyw effaith ar gyfraddau cadw, ac a oedd unrhyw effaith wahaniaethol ar gyfer grwpiau heb gynrychiolaeth ddigonol. Roedd grŵp rheoli o 837 o fyfyrwyr a oedd yn cynnwys myfyrwyr a benderfynodd beidio â chymryd rhan, gyda 651 o fyfyrwyr yn dewis cymryd rhan. Er bod y prosiect wedi nodi effaith gadarnhaol, roedd hyn yn bennaf ar gyfer gwrywod nad oeddent yn y lleiafrif, ac adroddwyd bod yr enillion ar gyfer benywod yn rhy fach i roi unrhyw sicrwydd (Novak, Paguyo a Siller, 2016, tud. 103). Trafodir elfennau eraill o'r amgylchedd dysgu AU yn nes ymlaen gyda dynameg grŵp a blaenoriaethau eraill megis dulliau asesu / arholiadau a adroddodd ganfyddiadau diddorol.

3.3.5 Modelau rôl

Amlygwyd dod i gysylltiad â **modelau rôl** fel offeryn sy'n dylanwadu ar farn benywod am STEM yn rhai o'r ymyriadau a oedd wedi'u hanelu at ddysgwyr oedran ysgol uwchradd a defnyddiwyd hyn mewn AU hefyd. Er enghraifft, mewn un brifysgol yn America daeth 72 o fyfyrwyr STEM benywaidd i gysylltiad â model rôl benywaidd ddwywaith, a nodwyd canlyniadau mwy cadarnhaol o uniaethu â STEM gan y myfyrwyr a gymerodd ran mewn **ymarfer myfyriol** yn dilyn yr ymarfer (Camp, Gilbert ac O'Brien, 2019). Defnyddiodd astudiaeth debyg ymyrraeth fideo gwrth-stereoteip i ymchwilio i fylchau o ran rhwydd mewn cyfranogiad llafar yn ystod trafodaethau grŵp gan 143 o fyfyrwyr STEM rhywedd cymysg. Yn dilyn yr ymyrraeth siaradodd dynion yn hwy na menywod yn y grŵp rheoli ar ôl gweld trafodaeth a oedd yn dilyn stereoteip, lle roedd dynion yn gwneud y gyfran helaethaf o'r cyfraniadau; fodd bynnag, siaradodd dynion a menywod am gyfnod cyfartal o amser yn y grŵp ymyrraeth; roedd eu fideo wedi cyflwyno mewnbyn cyfartal gan y ddau ryw (Lewis, Sekaquaptewa, a Meadows, 2019, tud. 557).

Nododd astudiaethau eraill hefyd lwyddiannau tebyg o ganlyniad i **ymyriadau modelau rôl byr**. Er enghraifft, pan ymgysylltodd 100 o fyfyrwyr israddedig â modelau rôl cyfrifiadureg benywaidd a gwrywaidd am gyfnod byr iawn (dau funud) adroddwyd bod dod i gysylltiad â'r stereoteip o fodel rôl yn cael effaith negyddol uniongyrchol a pharhaus ar ddiddordeb menywod mewn cyfrifiadureg; profodd menywod lai o ymdeimlad o berthyn, o ganlyniad i'r ffaith bod y model rôl yn cyd-fynd â stereoteipiau cyfredol p'un a oeddent yn wryw neu'n fenyw (Cheryan, Drury a Vichayapai, 2013, tud. 72). Canfu astudiaeth debyg arall gyda 72 o fyfyrwyr STEM benywaidd, a gyfarfu â model rôl benywaidd ar ddau achlysur, ganlyniadau cadarnhaol o ran cyfranogiad mewn cyrsiau STEM (Van Camp, Gilbert ac O'Brien, 2019, tud. 649).

3.3.6 Yr amser sydd ei angen

Mae'r ymyriadau a drafodir uchod yn amrywio o ran lefel yr ymgysylltu sy'n ofynnol ac adroddwyd effaith gadarnhaol gan astudiaeth ar ffurf hapdreial mawr wedi'i reoli yn cynnwys 3,945 o fyfyrwyr a archwiliodd effaith **ymyrraeth "dos isel"** - dau e-bost wedi'u personoli i annog ceisiadau i gynhadledd ystadegau cymhwysol. Canfu'r astudiaeth fod yr ymyrraeth wedi arwain at effaith gadarnhaol, gadarn ac roedd y dystiolaeth yn awgrymu

bod menywod yn ymateb yn gryfach na dynion. Fodd bynnag, nodwyd rhai cyfyngiadau i'r dull; er enghraifft, amlygwyd gwahaniaethau sylfaenol eraill o ran rhywedd yn ystod yr astudiaeth, gan fod gallu benywod i gael tystlythyrau ar gyfer eu cais yn is (Unkovic, Sen, and Quinn, 2016).

Un ffordd o gael benywod i ymgysylltu â modelau rôl STEM yw yn ystod **ymweliadau** i gefnogi cyflwyno'r cwricwlwm. Nodwyd ymyriadau sy'n targedu profiadau bywyd yn ystod y drafodaeth ar ymyriadau oedran ysgolion uwchradd (Gweler Adran 3.2.4), a nodwyd un ymyrraeth debyg yn y sector AU. Nododd yr astudiaeth hon ganlyniadau cadarnhaol ymhlith 375 o fyfyrwyr benywaidd a ymwelodd â gweithwyr proffesiynol Gwyddoniaeth a Thechnoleg ac a gymerodd ran yn y gwaith o gyflwyno cynnwys gwyddoniaeth a thechnoleg yn seiliedig ar gyd-destun. Nododd yr astudiaeth fod cyfranogwyr benywaidd wedi cynnal agweddau cymharol gadarnhaol tuag at wyddoniaeth a thechnoleg, tra bod agwedd benywod nad oeddent yn rhan o'r ymyrraeth wedi dirywio'n sylweddol (Machina a Gokhale, 2010, tud. 523).

3.3.7 Dynameg grŵp

Mae p'un a yw cyrsiau neu weithgorau yn llwyddiannus pan fyddant yn cynnwys un rhyw neu'n cynnwys y ddau rywedd wedi cael ei drafod o'r blaen, ac ymchwiliwyd yn benodol hefyd i **gyfansoddiad rhywedd y grwpiau dysgu/gweithio**. Darganfu un astudiaeth a oedd yn amrywio cyfran aelodau benywaidd y grŵp ar gyfer dau gwrs Biolog fod perfformiad pob myfyriwr wedi gwella yn sgil cynyddu cyfran y menywod mewn grŵp, waeth beth fo'u rhywedd (Sullivan, Ballen a Cotner 2018). Archwiliodd astudiaeth arall ymdeimlad o berthyn ymysg 95 o fenywod gan edrych ar effaith cydbwysedd o ran rhywedd mewn timau. Pwysleisiodd y canfyddiadau y dylai timau gynnwys menywod lluosog yn hytrach na dull sy'n rhannu menywod rhwng gwahanol dimau (Niler, Asencio a DeChurch, 2019, tud. 1).

Ymchwiliwyd hefyd i gyflwyno **rhaglen STEM i fenywod yn unig** fel llwybr i wella ymdeimlad menywod o berthyn ac o ganlyniad parhau i ymgysylltu â STEM. Daeth un astudiaeth a archwiliodd y math hwn o ymyrraeth gyda 65 o fyfyrwyr i'r casgliad yr adroddwyd mwy o ymdeimlad o berthyn o ganlyniad i'r canfyddiad o gydnawsedd hunaniaeth, y canfyddiad o gefnogaeth gan bobl eraill a oedd yn agos atynt, a'r canfyddiad o gefnogaeth gan y rhaglen un rhyw (Rosenthal, 2011, tud. 725). Nododd ymyrraeth Byw/Dysgu STEM cyd-addysgiadol yn America ganfyddiadau tebyg gan ddefnyddio data a gasglwyd dros dair blynedd. Canfu'r astudiaeth hon gysylltiadau cadarnhaol rhwng mewnbwn y rhaglen a disgwyliadau proffesiynol cyfranogwyr o ran rhagolygon swydd a llwyddiant i fenywod (Szelényi, Denson ac Inkelas, 2013, tud. 851; Szelényi ac Inkelas, 2011, tud. 349). Nododd astudiaeth undydd fach yn yr Almaen gyda 30 o fyfyrwyr ganlyniadau cadarnhaol hefyd pan grëwyd grwpiau unrhyw o fyfyrwyr ffiseg a phan gyflwynwyd cynnwys a oedd yn cydnabod diddordebau menywod. Nododd yr astudiaeth hon effaith gadarnhaol ar y modd y caiff hunaniaeth ffiseg ei ddatblygu. Nodwyd er bod y cyfranogwyr benywaidd wedi nodi gwelliannau mewn diddordeb a chymhwysedd, ni chafwyd unrhyw effaith ar gyfranogwyr gwrywaidd (Wulff et al., 2018). Canfu astudiaeth arbrofol arall pan fydd menywod yn ystyried eu bod yn gwneud mwy o ymdrech na dynion er mwyn llwyddo, mae eu hymdeimlad o berthyn a chymhelliant yn lleihau; ond pan bwysleisiwyd bod yr ymdrech a ddisgwyliar yn rhywbeth normal, roedd hyn yn cynyddu teimladau menywod o berthyn a chymhelliant yn y dyfodol (Smith et al., 2013, tud. 131).

3.3.8 Rhyngblethedd

Daeth **rhywedd, STEM, ethnigrwydd a chefnidir economaidd-gymdeithasol** i'r amlwg fel thema ar gyfer ymyriadau sy'n canolbwyntio ar ddysgwyr oedran ysgol uwchradd (gweler adran 3.2.6) ac mae tystiolaeth o ymchwil debyg gyda myfyrwyr israddedig. Er enghraifft, canfu un astudiaeth fod gan fenywod Du a ddysgodd am athrawon prifysgol Du, gan ddarparu ciw diogelwch o ran hunaniaeth, fwy o ddisgwyliad o berthyn ac ymddiriedaeth, o gymharu â'r rhai sy'n dysgu am athro prifysgol sy'n ddyn Gwyn neu'n fenyw Wen (Johnson et al., 2019, tud. 131). Nododd astudiaeth arbrofol debyg gyda 199 o fenywod fod benywod o leiafrifoedd ethnig heb gynrychiolaeth ddigonol, sy'n cael eu haddysgu am effaith niweidiol stereoteipiau rhywedd ac y darperir strategaethau iddynt ymdopi â bygythiad stereoteip, wedi cyflawni graddau diwedd blwyddyn uwch na'u cymheiriaid yn y grŵp rheoli, ac ni chafodd yr ymyrraeth ddim effaith ar gyfranogwyr Gwyn (O'Brien et al., 2019).

Roedd rhaglen gyfoethogi arall yn America (Hopps Scholar) hefyd yn mynd i'r afael â'r agenda cydraddoldeb rhywiol gan ganolbwyntio ar gynyddu cyfranogiad dynion duon mewn STEM. Roedd y rhaglen helaeth yn cynnwys cwrs haf wyth wythnos, ymchwil wedi'i fentora, hyfforddiant a chwrsela, a chymorth ariannol i gefnogi ffioedd a theithio wrth astudio ar lefel israddedig. Roedd gwerthusiad o'r rhaglen yn cynnwys cymariaethau â rhaglenni cyfoethogi tebyg eraill a nododd fod elfennau ychwanegol ymweliadau a theithiau i'r labordai yn ddylanwadol i gyfranogwyr, a daeth i'r casgliad bod cyfranogwyr Hopps Scholars yn sylweddol fwy tebygol na graddedigion STEM eraill i astudio ar gyfer doethuriaeth mewn STEM ac i fynychu sefydliadau sy'n rhoi doethuriaethau lle ceir mwy o weithgaredd ymchwil (Thompson et al., 2016).

3.3.9 Mynd i'r afael â blaenoriaethau eraill

Canolbwyntiodd ychydig o ymyriadau ar **wella hyder benywod** o ran eu gallu i gyflawni mewn ffiseg, mathemateg a bioleg. Canolbwyntiodd ymyrraeth ar hap dwbl-ddall gyda 399 o fyfyrwyr ffiseg ar gadarnhau gwerthoedd a chanfuwyd bod y manteision ar eu cryfaf i fenywod a oedd yn tueddu i dderbyn y stereoteip bod dynion yn gwneud yn well yn y maes na menywod (Miyake et al., 2010, tud. 1234). Gwelwyd gwelliant mewn perfformiad profion myfyrwyr mathemateg benywaidd mewn grŵp arbrofol (122 o gyfranogwyr) a oedd wedi cael darlun cytbwys o gynrychiolaeth menywod mewn STEM (Shaffer, Marx a Prislín, 2013, tud. 454). Canolbwyntiodd ymyrraeth gyda 1,140 o fyfyrwyr bioleg ar **leihau pryder yn ymwneud â phroffion**, gyda chanlyniadau cadarnhaol wedi'u nodi ar gyfer gwrywod a benywod wrth i sgoriau profion wella, ac eto roedd menywod yn fwy tebygol o rannu eu pryder am broffion. Daethpwyd i'r casgliad bod sawl ffactor yn dylanwadu ar danberfformio ymysg benywod mewn bioleg (Harris et al., 2019).

Archwiliodd astudiaeth mewn prifysgol arall yn America o fwy na 1,000 o fyfyrwyr Bioleg ar draws naw cwrs, effaith gwahanol ddulliau o asesu; gan gynnwys arholiadau y rhoddwyd pwys mawr arnynt, cyfranogiad grŵp a gweithgareddau yn y dosbarth. Canfuwyd bod:

'Females underperformed on exams compared to their male counterparts, a difference that does not exist with other methods of assessment [it was reported that] the shift away from an exam emphasis consequently benefits female students, thereby closing gaps in overall performance.'
(Cotner a Ballen, 2017, tud. 1)

Nodwyd ar ddechrau Adran 3.3 bod prifysgolion yn ymwneud â llawer o'r ymyriadau a gyflwynir i'r grŵp oedran iau, ac oherwydd natur yr elfen ymchwil o'u gwaith mae staff hefyd yn brif gyflawnwyr ymchwil yn y maes hwn. O ganlyniad, mae'r adran ganlynol yn trafod y dystiolaeth o ymyriadau a gyflwynwyd yn benodol i ymchwilwyr a'r rhai mewn cyflogaeth yn seiliedig ar STEM.

3.4 Ymchwilwyr STEM a chyflogaeth yn gysylltiedig â STEM

Mae ymchwil doethuriaeth ac Ôl-raddedig hefyd yn feysydd lle mae anghydbwysedd o ran rhywedd yn bodoli. Yn yr un modd â'r camau cynharach mewn addysg, mae yna astudiaethau sy'n archwilio'r rhwystrau i fenywod mewn STEM. Fodd bynnag, mae astudiaethau sy'n cwestiynu effeithiolrwydd ymyriadau a ddarparwyd yn gyfyngedig; roedd 15.7 y cant o'r papurau academaidd a adolygwyd yn targedu'r cam hwn. Er y nodwyd rhai ymyriadau sy'n targedu benywod mewn cyflogaeth STEM, mae'r mwyafrif yn canolbwyntio ar y rhai a gyflogir mewn sefydliadau academaidd, (ac sy'n debygol o fod wedi gweithio drwy'r llwybr ymchwil), felly mae'r rhain wedi'u cyfuno ar gyfer yr adran hon.

Pwyntiau dysgu allweddol

- Mae WiSER²⁹ a WIMHS³⁰ yn enghreifftiau o **raglenni mentora sefydledig** sy'n canolbwyntio'n llwyddiannus ar bynciau STEM unigol neu STEM yn ei gyfanrwydd a rhywedd
- Mae rhaglenni ymyriadau rhywedd mewn STEM sydd ar gael ar gyfer ymchwil/staff addysg uwch wedi cael eu **gwerthuso dros sawl blwyddyn**
- Gall cyflwyno **rhaglenni datblygu gyrfa** gael effaith gadarnhaol ar gadw benywod
- Mae **gosod nodau** yn darparu elfen hanfodol ar gyfer rhaglenni mentora benywaidd
- **Gall ymyriadau fideo** leihau rhagfarn o ran rhywedd a chynyddu ymwybyddiaeth o'r mater, ond nodir bod angen darparu offer hefyd i fynd i'r afael â'r mater
- Mae rhai benywod sy'n gweithio mewn meysydd sy'n gysylltiedig â STEM yn datblygu'r modd i ymdopi ag unrhyw **fygythiad i hunaniaeth gymdeithasol**
- Mae defnyddio **meini prawf cynhwysiant** penodol yn ystod prosesau recriwtio ar gyfer rolau sy'n gysylltiedig â STEM wedi bod yn effeithiol o ran cynyddu cyfranogiad benywod
- Gellir gwella **potensial arweinyddiaeth benywod** hefyd drwy ddefnyddio ymyriadau ar sail rhywedd mewn sefydliadau ymchwil a chyda gweithwyr proffesiynol STEM eraill
- Mae **polisi cenedlaethol a phrosesau strwythurol sefydliadol** hefyd yn arwyddocaol o ran cefnogi trawsnewid cydraddoldeb rhywiol yn y maes STEM

3.4.1 Canolbwyntio ar bwnc

Cafodd **rhaglen ymyrryd pwnc-benodol** mewn Ysgol Meddygaeth Americanaidd (Menywod mewn Meddygaeth a Gwyddor Iechyd (WIMHS))³¹ y clod am gynyddu nifer a chanran y cadeiryddion benywaidd mewn cyfadranau ac adrannau yn gyson, ynghyd â

²⁹ [WiSER](#)

³⁰ [Menywod mewn Meddygaeth a Gwyddor Iechyd \(WIMHS\)](#)

³¹ [Menywod mewn Meddygaeth a Gwyddor Iechyd \(WIMHS\)](#)

chyfraddau cadw da, boddhad gyrfa a datblygu diwylliant cynhwysol a chefnogol i fenywod er 2000 (Bauman, Howell a Villablanca, 2014, tud. 1462). Cafodd y rhaglen tegwch o ran rhywedd - Athena SWAN³² - hefyd ei gwerthuso gan ganolbwyntio ar feddygaeth academiaidd mewn un brifysgol yn America. Yn sgil gweithredu'r egwyddorion, crëwyd gofod cymdeithasol i fynd i'r afael â thegwch o ran rhywedd; gan dynnu sylw at arferion problemus presennol. Fodd bynnag, adroddwyd bod benywod yn ymgymryd â swm anghymesur o'r gwaith yr oedd ei angen, ac roedd rhai **arferion sefydliadol ehangach**, polisïau cenedlaethol a normau cymdeithasol yn tanseilio effaith y rhaglen (Caffrey, 2016, tud. 1).

Roedd gwerthuso effeithiolrwydd ymyriadau a oedd yn targedu **meddygaeth** yn ffocws ar gyfer adolygiad academiaidd o 18 o raglenni gwahanol. Daeth yr adolygiad llenyddiaeth hwn i'r casgliad mai mentora, datblygiad proffesiynol a/neu rwydweithio oedd y gweithgareddau mwyaf poblogaidd, gyda'r cyfranogwyr yn gyfrifol am optio i mewn i'r rhaglen. Nododd yr astudiaeth fod ansawdd yr astudiaethau a adolygwyd yn wael, ac eto fe wnaethant adrodd am welliannau mewn o leiaf un dangosydd (hunangofnodedig fel arfer) (Laver et al., 2015). Er enghraifft, daeth un gweithdy (Amrywiaeth mewn Gwyddoniaeth) a gyflwynwyd i 126 o hyfforddwyr gwyddoniaeth i'r casgliad fod yr ymyrraeth wedi gwella ymwybyddiaeth cyfranogwyr o ragfarn ar sail rhywedd (Moss-Racusin et al., 2016).

Canfu astudiaeth hydredol ar raddfa fawr o gyfraddau cadw benywod yn y maes academiaidd yng ngholegau meddygol America dros 20 mlynedd fod y rhai a fynychodd **raglenni datblygu gyrfa** yn sylweddol llai tebygol o adael meddygaeth academiaidd na'u cyfoedion am hyd at wyth mlynedd ar ôl eu penodi (Chang et al., 2016, tud. 687). Felly, mae hyn yn dangos potensial rhaglenni datblygiad proffesiynol parhaus i gefnogi cyfraddau cadw.

Mae mwyafrif yr ymyriadau a drafodwyd yn uniongyrchol gysylltiedig â phynciau STEM traddodiadol (e.e. ffiseg, meddygaeth). Serch hynny, mae'r gwyddorau cymdeithasol wedi'u cynnwys yng nghylch gwaith yr adolygiad hwn ac archwiliodd un astudiaeth ragfarn ar sail rhywedd mewn gwyddoniaeth wleidyddol. Roedd gwefan dorfol a phorthiant Twitter yn cefnogi cynnwys i wyrdroi'r rhagfarn a all arwain at dangynrychiolaeth ymysg benywod ac adroddwyd bod bron i 1,000 o wyddonwyr gwleidyddol benywaidd wedi cyflwyno eu proffiliau ar ôl ychydig wythnosau. (Bealieu et al., 2017, tud. 779).

3.4.2 Mentora

Adroddir yn y llenyddiaeth bod mentora wedi profi'n effeithiol o ran cefnogi canfyddiadau a phenderfyniadau benywod. Ceisiodd un astudiaeth achos o'r fath o **raglen fentora** a gynhaliwyd yn Iwerddon (WiSER)'ddatblygu arferion cynaliadwy i sicrhau y gall menywod gystadlu'n deg yn y maes ymchwil gyda chydweithwyr gwrywaidd gan ddefnyddio eu harbenigedd gwyddonol, eu gwybodaeth a'u potensial. Roedd rôl gyntaf y rhaglen yn 2008 yn cynnwys 20 o fentoreion benywaidd a 21 o fentoriaid a nododd gwerthusiadau canol a diwedd tymor ddeilliannau pendant fel dyrchafiadau, ceisiadau llwyddiannus am gyllid ymchwil a rhaglenni cydweithredol llwyddiannus, aelodaeth o bwyllgorau a chyhoeddiadau mewn cyfnodolion academiaidd. (Geber a Roughneen, 2011, tud. 59; tud. 69). Daethpwyd i'r casgliad hefyd fod **gosod nodau** o ran camu ymlaen mewn gyrfa yn elfen bwysig iawn

³² Sefydlwyd [Siarter Athena SWAN](#) yn 2005 i annog a chydabod ymrwymiad i hyrwyddo gyrfaedd menywod sy'n cael eu cyflogi mewn gwyddoniaeth, technoleg, peirianeg, mathemateg a meddygaeth (STEMM) mewn addysg uwch ac ymchwil.

o'r broses i'r menywod ac er bod cyfranogwyr wedi nodi y gallent fod wedi cyflawni eu deilliannau beth bynnag - efallai nad oeddent wedi gwneud hynny mor gyflym, gyda rheolaeth glir a gofalus yn cyfrannu at ddeilliannau cyflym (Geber a Roughneen, 2011, tud. 71). Mae'n bwysig nodi bod siarter a lansiwyd yn ddiweddar ar gyfer cydraddoldeb rhywiol yn gysylltiedig â'r gwaith hwn.³³

Roedd ymyrraeth arall gyda'r nod o wella recriwtio, cadw a datblygu benywod mewn prifysgolion yn UDA - ADVANCE (Y Sefydliad Gwyddoniaeth Cenedlaethol, 2017), yn edrych yn fanylach ar effeithiolrwydd rhwydweithiau cymheiriaid. Fodd bynnag, er gwaethaf canlyniadau cadarnhaol, daethpwyd i'r casgliad bod angen cyflwyno menter o'r fath ochr yn ochr â **newidiadau polisi a newidiadau strwythurol eraill** sy'n cefnogi diwygio tegwch o ran rhywedd er mwyn bod yn effeithiol (O'Meara a Stromquist, 2015, tud. 338; DeJonghe, Hacker a Nemiro, 2015, tud. 393).

3.4.3 Mynd i'r afael â stereoteipiau

Nodwyd ambell astudiaeth a oedd yn canolbwyntio ar fynd i'r afael â stereoteipiau rhywedd yn y gweithle yn y llenyddiaeth. Mae Carnes et al. (2012) yn adrodd bod 220 o staff mewn prifysgol yn America wedi cymryd rhan mewn 'Gweithdy ar Lythrennedd Rhagfarn' 2.5 awr o hyd, a bod o leiaf draean o'r mynychwyr hyn wedi ymrwmo i hyrwyddo cydraddoldeb rhywiol yn dilyn y sesiwn (Carnes et al., 2012, tud. 77.). Mae'r enghraifft hon yn cefnogi canfyddiadau a nodwyd yn yr adrannau uchod ynghylch effaith bosibl ymyriadau byr. Ymchwiliodd prosiect diweddarach tebyg yn seiliedig ar **'weithdy newid arferion yn ymwneud â rhagfarn ar sail rhywedd'** i farn cyfranogwyr yn syth ar ôl y sesiwn, a newidiadau (hunangofnodedig) mewn ymddygiad dri mis yn ddiweddarach. Mabwysiadodd yr astudiaeth ddiweddarach hon ddull cyfateb parau, sengl-ddall wedi'i reoli ar hap, a daeth i'r casgliad y bu llawer mwy o newidiadau ymhlith y cyfranogwyr a fu'n rhan o'r gweithdy. Roedd y newidiadau a welwyd yng nghyfranogwyr y gweithdai yn cynnwys gwell hunaneffeithiolrwydd i gymryd rhan mewn ymddygiad a oedd yn hyrwyddo cydraddoldeb rhywiol, a chynnydd mewn camau (hunangofnodedig) i hyrwyddo cydraddoldeb rhywiol dri mis yn ddiweddarach (Carnes et al., 2015, tud. 221). Adeiladodd astudiaeth ddilynol ar hyn a chyflwynodd dystiolaeth bellach i gefnogi effaith gadarnhaol ymyriadau seicolegol ar gydraddoldeb rhywiol ac amrywiaeth (Devine, et al., 2017, tud. 211).

Nododd ymyrraeth amlochrog arall mewn ysgol feddygol ganfyddiadau cadarnhaol tebyg, o'u cymharu â sefydliadau eraill, dros gyfnod o chwe blynedd (Valantine et al., 2014, tud. 904). Mae astudiaethau eraill yn nodi canlyniadau tebyg ar gyfer mentrau hyfforddiant amrywiaeth, er enghraifft, fe wnaeth un gynnwys 234 o staff STEM mewn prifysgol yn America mewn aseiniad ar hap a oedd yn cynnwys hyfforddiant amrywiaeth a chanfod bod yr hyfforddiant wedi cael effaith gadarnhaol ar gysylltiadau ymhlyg personol dynion tuag at fenywod mewn STEM (Jackson, Hillard a Schneider, 2014, tud. 419).

Mae enghraifft arall yn rhoi manylion mwy penodol ynglŷn â fformat ymyrraeth lle roedd gwneuthurwyr ffilm ac ymchwilwyr wedi creu partneriaeth i ddatblygu **Ymyriadau Fideo** ar

³³ Prosiect a ariennir gan Horizon 2020 yr UW yw [Sarter Egwyddorion Cydraddoldeb Rhywiol SAGE](#) (Gweithredu Systemig ar gyfer Cydraddoldeb Rhywiol). Mae SAGE yn dyfeisio ac yn gweithredu ymyriadau i hyrwyddo cydraddoldeb rhywiol mewn saith prifysgol, gan gydnabod, er gwaethaf y cydbwysedd o ran rhywedd ymysg deiliaid graddau PhD ac mewn swyddi ymchwil ledled Ewrop, bod dynion yn fwy tebygol o gyrraedd swyddi ar y lefel uchaf mewn ymchwil ac yn y byd academaidd.

gyfer Amrywiaeth mewn STEM (VIDS). O'i gymharu â'r grwpiau rheoli, llwyddodd VIDS i leihau rhagfarn ar sail rhywedd a chynyddu ymwybyddiaeth o ragfarn ar sail rhywedd, a nodwyd effeithiau uniongyrchol sylweddol ymhlith dynion a menywod yn y boblogaeth yn gyffredinol a chan staff academaidd STEM (Moss-Racusin et al., 2018a, tud. 236). Mae cyfres o astudiaethau ymchwil yn ymchwilio i'r defnydd o'r ymyriadau fideo hyn ymhellach (Pietri et al., 2019; 2018 a 2017). Fodd bynnag, cynigir hefyd bod yn rhaid i'r ymyriadau'n ymwneud â llythrennedd rhagfarn, ochr yn ochr â'r bwriad i gynyddu ymyriadau llythrennedd rhagfarn, hefyd ddarparu offer pendant ac osgoi awgrymu bod y problemau hyn yn anorchfygol (Hennes, 2018, tud. 788).

Defnyddiodd astudiaeth Americanaidd debyg ymyrraeth fideo i edrych ar y gwahaniaethau yn y bygythiad i hunaniaeth gymdeithasol i'r rhai sy'n ymwneud â pheirianeg a'r rhai sy'n gweithio mewn meysydd mwy cytbwys o ran rhywedd (58 o gyfranogwyr). Canfuwyd bod y rhai sy'n gweithio ym maes peirianeg yn llai adweithiol i'r profiad o fygythiad i hunaniaeth gymdeithasol, ac nad oedd eu hymdeimlad o berthyn yn cael ei ddylanwadu gan nifer y menywod sy'n cael eu portreadu yn y gynhadledd broffesiynol. Gwnaeth y rhai sy'n gweithio mewn meysydd mwy cytbwys o ran rhywedd sylwadau ar lai o ymdeimlad o berthyn a llai o ddiddordeb mewn mynychu cynhadledd lle mae'r mwyafrif helaeth yn ddynion, gan awgrymu bod gan beirianwyr benywaidd ddull o **ymdopi â'r bygythiad i hunaniaeth gymdeithasol** (Richman, van Dellen a Wood, 2011, tud. 504). Nid oedd hyn i'w weld ymysg y grwpiau oedran iau.

Mewn ymchwil mwy diweddar yn seiliedig ar 'seminar trochi' mewn un brifysgol yn America a oedd yn cynnwys 125 o gyfranogwyr, archwiliwyd rôl 'systemau gormes', sydd wedi bod yn ganolog i astudiaethau menywod a rhywedd, ond yn y cyd-destun hwn a ddefnyddiwyd i newid 'diwylliant academaidd STEM', gyda strwythur ac ideoleg sefydliadau yn allweddol i gynnydd.³⁴ Roedd y rhaglen amser llawn, ddwys pythefnos o hyd, a oedd hefyd yn cynnwys cyfarfodydd dilynol yn cynnwys dadansoddiadau deallusol o systemau pŵer, gan roi sylw i rywedd a'i ryngblethedd â gwahaniaethau eraill (Shaw et al., 2019, tud. 17). Roedd tystiolaeth o effaith yr ymyrraeth yn cynnwys ffurfioli cynnwys meini prawf sgrinio i fod yn gynhwysol; arweiniodd hyn at ddyblu cyfran yr academyddion benywaidd sy'n gweithio yn y Gyfadran Beirianeg dros bedair blynedd.

'Participants learn to behave better as individuals, but, more importantly, they plan and implement concrete action plans to shift the dynamics of institutional power toward greater equity and justice for everyone.'
(Shaw et al., 2019, tud. 18)

3.4.4 Blaenoriaethau eraill

Mae **datblygu arweinyddiaeth** hefyd wedi bod yn ganolbwynt i rywfaint o fentrau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM mewn cyd-destunau ymchwil academaidd. Er enghraifft, archwiliodd un astudiaeth Americanaidd gwrs a gyflwynwyd i 30 o ferched, gyda data'n cael eu casglu gan ddefnyddio cyfnodolion wythnosol yn ogystal â holiaduron cyn ac ar ôl yr ymyrraeth. Daeth yr ymchwil hon i'r casgliad fod darparu strategaethau i gydnabod a lliniaru

³⁴Mae'r rhaglen [Difference, Power and Discrimination](#) yn gweithio gyda chyfadranau ar draws pob maes a disgyblaeth ym Mhrifysgol Talaith Oregon i ddatblygu cwricwla cynhwysol sy'n mynd i'r afael â systemau pŵer, braint ac anghydraddoldeb sefydliadol yn yr Unol Daleithiau.

unrhyw effaith yn sgil stereoteipiau rhywedd yn effeithiol ar gyfer gwella cred academyddion benywaidd, sydd ar gam cynnar yn eu gyrfaedd, yn eu gallu i arwain (Isaac et al., 2012, tud. 307). Nododd rhaglen arweinyddiaeth arbrofol arall ar gyfer menywod mewn prifysgol yn America ganlyniadau ar gyfer tair carfan (2010-2013 ar gyfer 134 o gyfranogwyr) a nododd effaith gadarnhaol yr hyfforddiant i wella amrywiaeth a datblygiad menywod (Levine et al., 2015, tud. 782).

Defnyddiodd ymyrraeth debyg yn yr Almaen - Rhaglen i Athrawon Prifysgol Benywaidd - ddull lled-arbrofol gyda data tymor hir i ddod i'r casgliad bod cyfran yr athrawon benywaidd wedi cynyddu'n fwy na'r hyn y byddai rhywun wedi'i ddisgwyl yn absenoldeb y rhaglen (Löther, 2019) . Mae'r Labordy Arweinyddiaeth, a lansiwyd yn yr Unol Daleithiau yn 2014 yn parhau i ganolbwyntio ar **arweinwyr benywaidd yn y proffesiwn STEM**; darparodd adborth, hyfforddiant a strategaethau ymarferol i gefnogi cynnydd benywod a chadw benywod mewn proffesiynau STEM ar gyfer 50 o fenywod a chanfu data a gasglwyd ar ôl y rhaglen fod dyrchafiadau swyddi, ymwybyddiaeth o ragfarn a thrawsnewidiad personol wedi deillio ohoni (Van Oosten, Buse a Bilimoria, 2017, tud. 4).

Er mai ymchwil a chyflogaeth yn benodol mewn sefydliadau addysg uwch sy'n darparu'r prif ffocws yn y llenyddiaeth academiaidd, mae enghreifftiau o raglenni sy'n cefnogi cyflogaeth yn y sector STEM ehangach. Er enghraifft, darparodd peilot bach chwe mis ar gyfer 15 o ferched yn yr Alban - Women Returners Scotland - interniaethau â thâl a chanfuwyd bod cynnydd mewn hyder a'r wybodaeth werthfawr a ddysgwyd am faterion ymarferol yn ymwneud â dychwelyd i'r gwaith (Equate Scotland, 2016, tud. 4).

Cyfeiriwyd uchod at enghreifftiau o ymyriadau hirsefydlog ac, yn yr un modd ag ymyriadau sydd wedi'u hanelu at fyfyrwyr prifysgol, aethpwyd i'r afael â'r agenda STEM drwy fynd i'r afael â blaenoriaethau eraill fel datblygu arweinyddiaeth.

Mae'r adran hon wedi ymchwilio i'r ystod o ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM sydd wedi cael eu darparu ar draws pob cyfnod addysg i wahanol grwpiau oedran. Mae'n amlwg bod rhai dulliau'n fwy cyffredin nag eraill. Er enghraifft, mae'r defnydd o fentora yn gyffredin ym mhob cam, ond eto o fewn mentora mae gwahanol elfennau i'w hystyried, megis hyd yr ymyrraeth, nifer y sesiynau rhyngweithio a'u math, p'un a ydynt yn sesiynau ar-lein a/neu bersonol. Yn yr un modd, mae ymyriadau a gyflwynir drwy gyrsiau dros gyfnodau amrywiol hefyd wedi adrodd ar ganlyniadau llwyddiannus, ac eto nid yw'n glir a yw un patrwm cyflwyno penodol yn cael effaith gryfach nag eraill.

Ceir sylwadau i gloi a thrafodaeth ar y materion a godwyd gan yr adolygiad hwn, a'r goblygiadau ar gyfer mynd i'r afael â chydaddoldeb rhywiol mewn STEM yn yr adran nesaf.

4. Casgliad a'r goblygiadau o ran mynd i'r afael â chydraddoldeb rhywiol mewn STEM

Mae ystod o ymyriadau sy'n canolbwyntio ar STEM wedi'u gwerthuso a'u cyflwyno yn y llenyddiaeth a adolygwyd yn y cyfnodau addysg blynyddoedd cynnar a chynradd, addysg uwchradd ac Addysg Uwch, ynghyd â thystiolaeth yn ymwneud â gyrfaedd ymchwil a chyflogaeth arall mewn sectorau STEM.

Cafwyd enghreifftiau o Gymru, gweddill y DU a thu hwnt, gan archwilio allbynnau ymchwil a gyhoeddwyd er 2009. Astudiaethau yn yr UD yw swmp y dystiolaeth bresennol ac maent yn canolbwyntio'n bennaf ar y cyfnodau ysgolion uwchradd ac Addysg Uwch. Yn ôl y gweithgaredd a werthuswyd, mae rhai canlyniadau clir a ffactorau llwyddiant hollbwysig yn amlwg drwyddi draw a cheir crynodeb o'r rhain isod.

Nododd yr adolygiad fod rhai canlyniadau cadarnhaol yn cael eu nodi ym mhob un o'r cyfnodau addysg ac ar gyfer y gwahanol fathau o ymyriadau. Defnyddiwyd ystod o fethodolegau i werthuso gweithgareddau STEM, a chynigir bod y prosiectau ar raddfa fwy a'r rhai a oedd yn cynnwys grwpiau cymharu yn rhoi arwydd cryfach o ffactorau llwyddiant hollbwysig posibl. Fodd bynnag, er bod rhai o'r astudiaethau a gynhwysir ar raddfa gymharol fach, mae'r rhain yn darparu tystiolaeth ategol ychwanegol ar gyfer canfyddiadau'r astudiaethau mwy o faint a chadarnach.

4.1 Addysg y blynyddoedd cynnar ac addysg gynradd

Canolbwyntiodd yr ymyrraeth STEM a werthuswyd amlaf ar gyfer y grŵp oedran hwn ar **godio a roboteg**, ac roedd y profiadau cadarnhaol i ddysgwyr yn cyfrannu at welliannau mewn cymhelliant i gymryd rhan mewn gweithgareddau technolegol. Nododd yr astudiaethau fod barn plant eisoes yn seiliedig ar stereoteipiau o oedran ifanc, ac felly adroddwyd mai cyflwyno **gweithgareddau cynhwysol** ar gyfer bechgyn a merched oedd y dull a ffeirir ar gyfer ymyriadau. Roedd y dystiolaeth yn awgrymu y gallai gweithgareddau cynhwysol gynyddu diddordeb bechgyn hefyd ac osgoi cynyddu stereoteipiau rhywedd, ac awgrymwyd y gallai gweithgareddau ar wahân gyfrannu at y stereoteipiau hyn o bosibl.

Ystyriwyd bod gweithgareddau sy'n **ddatblygiadol briodol ac yn briodol i oedran** yn hanfodol ar gyfer ymgysylltu'n llwyddiannus. Cynigiwyd bod cyflwyno gweithgareddau dros **gyfnod rhesymol o amser**, fel pump i ddeg wythnos, hefyd yn effeithiol, gan yr ystyriwyd bod hyn yn ddigonol i blant gael eu hamlygu i lawer o gyfleoedd i gymryd rhan mewn gweithgareddau STEM.

Ystyriwyd bod darparu ar gyfer y **dulliau dysgu a ffeirir** gan blant yn bwysig hefyd wrth gynllunio a darparu ymyriadau STEM. Pwysleisiodd rhai gwerthuswyr weithgareddau ymarferol, rhyngweithiol yn seiliedig ar brosiectau ynghyd â defnyddio technoleg fel rhai effeithiol.

Adroddwyd fod dod i gysylltiad â **stereoteipiau rhywedd**, hyd yn oed am gyfnod byr, yn effeithio ar i ba raddau yr oedd stereoteipiau'n cael eu derbyn. Ar y llaw arall, roedd ymgysylltu â **modelau rôl** yn gwella gwybodaeth a dealltwriaeth plant o astudiaethau a gyrfaedd STEM posibl.

Er bod y dystiolaeth sy'n targedu'r plant blynyddoedd cynnar a phlant oedran ysgol gynradd wedi'i thrafod yn yr adolygiad hwn, mae maint y dystiolaeth yn gyfyngedig o'i chymharu â'r cyfnodau addysg eraill. O ganlyniad, mae potensial i archwilio gweithgareddau ar gyfer y grŵp oedran hwn ymhellach, yn enwedig pan ystyrir effaith y blynyddoedd cynnar addysgiadol ar agweddau a chanfyddiadau plant o STEM. Byddai rhoi pwyslais ar y grŵp oedran hwn yn ategu blaenoriaeth Llywodraeth Cymru o sicrhau dechrau da mewn bywyd i blant.

4.2 Addysg mewn ysgolion uwchradd

Roedd **cyfrifiadura a roboteg** yn llwybr poblogaidd i ysgogi plant iau ac roedd gweithgareddau tebyg hefyd yn llwyddiannus gyda phlant oedran ysgol uwchradd. Fodd bynnag, er bod y dystiolaeth ar gyfer y blynyddoedd cynnar yn awgrymu y dylai cynwysoldeb (h.y. cynnwys bechgyn a merched gyda'i gilydd mewn gweithgareddau) fod yn flaenoriaeth, awgrymodd peth o'r dystiolaeth ar gyfer disgyblion y cyfnod uwchradd fod dysgu cydweithredol dilys yn amlwg pan gyflwynwyd gweithgareddau i ferched yn unig.

Ystyriwyd bod dysgu dilys, yn seiliedig ar ymholi yn fwy effeithiol i ferched hefyd. Canolbwyntiodd rhai ymchwilwyr ar ddylanwad amgylchedd ffisegol yr ystafell ddosbarth ar ddiddordeb merched mewn STEM. Mae tystiolaeth yn awgrymu y gall presenoldeb stereoteipiau neu wybodaeth nad yw'n ymwneud â stereoteipiau yn amgylchedd uniongyrchol yr ystafell ddosbarth effeithio ar farn benywod am bynciau STEM.

Mae canfyddiadau o'r llenyddiaeth yn awgrymu bod y cydbwysedd rhwng gwrywod a benywod mewn **gweithgorau cydweithredol** yn gallu dylanwadu ar ansawdd y gwaith a gynhrychir. Fodd bynnag, nid yw'r dystiolaeth yn glir ai grwpiau un rhyw ynteu grwpiau rhyw cymysg sy'n gweithio'n well ar brosiectau STEM.

Gwelwyd bod ymyriadau a oedd yn datblygu ymwybyddiaeth o **stereoteipio ar sail rhywedd** ar gyfer y grŵp oedran hwn wedi bod yn effeithiol. Adroddwyd bod **profiadau a diddordebau bywyd** dysgwyr hefyd yn bwysig wrth bennu cynnwys pwnc a ffocws ar gyfer ymyriadau, gydag un astudiaeth yn dod i'r casgliad bod angen ystod o weithgareddau i ddarparu cyfleoedd i unigolion ymgysylltu - gan gynnwys y rhai a ddarperir y tu allan i oriau ysgol arferol. Roedd rhai o'r ymyriadau hyn yn cynnwys cyfleoedd preswyl llwyddiannus, gyda'r pwyslais ar **weithgareddau rhyngweithiol sy'n seiliedig ar brosiectau** nad ydynt yn 'teimlo fel ysgol'.

Gydag ymyriadau a oedd yn amrywio o ran hyd ac amllder (e.e. gweithdai dydd, clybiau ar ôl ysgol, ymyriadau dwys wythnos o hyd/preswyl, tri mis, blwyddyn neu dair blynedd) adroddwyd canlyniadau cadarnhaol ar gyfer dyheadau gyrfa STEM. Mae'n amlwg bod yr adnoddau a'r amser sydd ar gael yn pennu hyd ymyrraeth.

Gall **mentora benywod - un i un, ar-lein neu mewn grwpiau** - oll helpu myfyrwyr benywaidd i egluro eu dyheadau gyrfa. Canfuwyd bod mentora mewn grŵp yn arbennig o effeithiol ar gyfer datblygu rhwydweithiau a chynyddu dyheadau STEM i rai pobl ifanc. Mae cefnogaeth myfyrwyr israddedig ac ôl-raddedig i ddarparu cyfleoedd mentora o'r fath yn amlwg yn y llenyddiaeth. Dengys y dystiolaeth fod angen hyfforddi mentoreion a bod cynnwys mentoriaid benywaidd hefyd yn bwysig. Fodd bynnag, mae'r dystiolaeth yn llai eglur ynghylch pa grŵp(iau) blwyddyn fyddai'n elwa fwyaf o'r mathau hyn o ymyriadau.

Gall ymgysylltu â **modelau rôl**, dros gyfnodau amrywiol o amser, hefyd ddylanwadu ar farn benywod am STEM a stereoteipiau, ond gall ymweliadau byr â safleoedd ac ymgysylltiad hwy â modelau rôl arwain at effaith amrywiol. Serch hynny, ystyriwyd bod profiadau dilys a phrofiadau trochi yn hanfodol i lwyddiant.

Ethnigrwydd, a/neu gefndir economaidd-gymdeithasol oedd y ffocws ar gyfer rhai ymyriadau yn seiliedig ar STEM, ac awgrymodd rhai canfyddiadau y gellir ystyried bod costau ariannol, diffyg cefnogaeth gymdeithasol ac ofni methiant fod yn rhwystrau i gyfranogwyr astudio ymhellach. Mae'r dystiolaeth yn dangos bod potensial i archwilio rhyngblethedd rhywedd mewn STEM ymhellach ac ystyried rhwystrau eraill yr adroddir eu bod yn bodoli ar gyfer grwpiau penodol o fenywod sy'n astudio neu'n gweithio ym maes STEM.

Gall ffactorau eraill ddylanwadu ar gymhelliant yn ogystal â'r ymyriadau a'r gweithgareddau uniongyrchol a drafodwyd uchod. Mae angen ystyried hefyd rôl **rhieni** ym mhenderfyniadau plentyn hefyd ac mae targedu rhieni â gwybodaeth am astudio a gyfaoedd STEM wedi bod yn effeithiol o ran cynyddu'r nifer sy'n astudio pynciau STEM.

4.3 Addysg Ôl-16 ac Addysg Uwch

Ar y camau Addysg Ôl-16 ac Addysg Uwch, ymchwil a gynhaliwyd gyda myfyrwyr israddedig a nodwyd amlaf fel ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM. Mae'r dystiolaeth yn dangos bod rhai o'r ymyriadau a gyflwynwyd i grwpiau oedran eraill yn cael eu datblygu a'u darparu gan y rhai sy'n gweithio neu'n astudio mewn AU.

Gall gweithgareddau dilys, pwnc-benodol sy'n seiliedig ar brosiect gael effaith gadarnhaol ar ymgysylltiad benywod â STEM a dilyn gyrfa mewn STEM. Gall defnyddio'r cyfryngau a hyfforddiant cadarnhau ymhlyg hefyd gyfrannu at fenywod yn datblygu **ymdeimlad o berthyn** ym maes STEM a helpu i wella agwedd a pherfformiad. Adroddwyd bod cefnogaeth **mentor benywaidd** yn gwella cyfraddau cadw menywod mewn pynciau STEM Roedd rhai o'r effeithiau a adroddwyd ar raglenni mentora o'r fath yn cynnwys mwy o weithgaredd rhwydweithio, hunaniaeth wyddonol gryfach a diddordeb mewn gyrfa STEM. Mae cyflwyno'r cyfle mentora yn rhithwir hefyd wedi bod yn llwyddiannus.

Adroddwyd bod defnyddio amgylchedd **dysgu ar-lein/rhithwir** i ddarparu cynnwys pynciau STEM wedi annog mwy o gyfranogiad gan fenywod a **chynyddu amrywiaeth** y cyfranogwyr ar y cyrsiau. Roedd amgylchedd ffisegol yr ystafell ddosbarth hefyd yn ganolbwynt i rai gwerthusiadau - gyda gostyngiad mewn stereoteipiau yn arwain at fwy o hunaniaeth STEM ymysg benywod. **Dywedwyd bod mentrau a thiwora dan arweiniad cyfoedion** yn effeithiol o ran cyfraddau cadw a chyflawni benywod. Yn yr un modd â dysgwyr oedran ysgol uwchradd, roedd **gweithio mewn grwpiau bach** yn ffocws i rai ymyriadau, ac adroddwyd bod hyn yn cael effaith gadarnhaol ar ymgysylltiad myfyrwyr.

Adroddwyd bod cysylltiad â **modelau rôl** fel offeryn i ddylanwadu ar farn benywod am STEM yn cael effaith ar y grŵp oedran hwn. Adroddwyd bod ymyriadau a oedd yn cynnwys ymgysylltu â model rôl benywaidd am gyfnod byr yn arwain at ddeilliannau cadarnhaol. Profodd ymyriadau tebyg a ddigwyddodd dros gyfnod byr, fel negeseuon e-byst personol, hefyd yn effeithiol ar gyfer ymgysylltu â benywod. Adroddodd eraill a oedd yn cynnwys ymweliadau hirach i ymgysylltu â gweithwyr proffesiynol ym maes gwyddoniaeth hefyd agweddau cadarnhaol tuag at STEM. Felly, fel gyda chyfnodau addysgol eraill, er bod yr

amser a ddyrannwyd i ymyrraeth yn gallu amrywio, mae potensial o hyd iddi gael effaith gadarnhaol.

Adroddwyd bod gweithgareddau a oedd yn cynnwys timau a oedd yn cynnwys **aelodau benywaidd lluosog** (yn hytrach na rhannu'r aelodau benywaidd rhwng pob tîm) yn arwain at welliant mewn perfformiad, gyda rhai yn adrodd ar welliant mewn perfformiad ar gyfer gwrywod. Fodd bynnag, archwiliodd astudiaethau eraill botensial cyflwyno **rhaglen STEM i fenywod yn unig** i wella ymdeimlad menywod o berthyn ac, yn sgil hynny, eu hymgysylltiad â STEM. Nododd yr astudiaethau hyn ganlyniadau llwyddiannus hefyd.

Mae gwaith ymchwil yn edrych ar **rywedd, STEM, ethnigrwydd a chefnidir economaidd-gymdeithasol** ymysg israddedigion hefyd wedi cael ei wneud ac adroddodd ganlyniadau cadarnhaol ar gyfer 'ymdeimlad o berthyn' cyfranogwyr a datblygu strategaethau i ymdopi â safbwyntiau'n seiliedig ar stereoteip.

Mae'n amlwg bod **ffactorau lluosog** yn dylanwadu ar ymgysylltiad benywod â phynciau STEM a gyrfaedd sy'n gysylltiedig â STEM Canolbwyntiodd rhai ymyriadau ar **hyder benywod** a lleihau pryder ynghylch profion, a arweiniodd at effaith gadarnhaol ar gyflawniad cyfranogwyr mewn pynciau STEM a'u hymdeimlad o berthyn.

4.4 Ymchwilwyr STEM a chyflogaeth yn gysylltiedig â STEM

Er bod rhai ymyriadau yn targedu benywod a gyflogir mewn sectorau neu alwedigaethau STEM, roedd y mwyafrif yn canolbwyntio ar y rhai a gyflogir mewn sefydliadau academaidd.

Mae **rhaglenni mentora** sefydledig sy'n canolbwyntio'n llwyddiannus ar STEM neu bynciau STEM unigol wedi'u cyflwyno a'u gwerthuso dros sawl blwyddyn. Mae adroddiadau bod rhaglenni o'r fath yn llwyddo i gynyddu nifer a chyfran y benywod mewn rhai sefydliadau academaidd. Adroddir bod cyfleoedd ar gyfer rhwydweithio a datblygiad proffesiynol o fewn y profiad mentora wedi denu cyfranogwyr i rai rhaglenni. Canfuwyd hefyd bod cyfraddau cadw llwyddiannus yn deillio o ymgysylltu â **rhaglenni datblygu gyrfa** i rai academyddion benywaidd.

Adroddwyd hefyd bod cefnogi canfyddiadau a phenderfyniadau benywod yn rhai o effeithiau cadarnhaol rhaglenni mentora. Mewn un astudiaeth, nodwyd bod **gosod nodau** datblygu gyrfa yn elfen bwysig iawn o'r broses, ac ystyriwyd bod llwyddiant o bosibl yn cael ei gyflawni'n gynt nag y byddai heb ymyrraeth o'r fath. Serch hynny, mae astudiaethau eraill wedi nodi, er bod ymyriadau o'r fath wedi bod yn llwyddiannus, bod angen eu cyflwyno ochr yn ochr â **newidiadau polisi a newidiadau strwythurol eraill** sy'n cefnogi diwygio tegwch o ran rhywedd er mwyn bod yn effeithiol.

Adroddir effeithiau cadarnhaol yn deillio o ymyriadau byr ar ffurf gweithdai sy'n **mynd i'r afael â stereoteipiau rhywedd**. Mae hyn yn cefnogi canfyddiadau a nodwyd yn yr adrannau uchod ynghylch effaith ymyriadau nad oes angen llawer o amser arnynt. Defnyddiwyd ymyriadau fideo hefyd i ddylanwadu ar safbwyntiau, ac mae'r dystiolaeth yn awgrymu y gallant hwythau hefyd gael effaith gadarnhaol. Fodd bynnag, mae'r llenyddiaeth hefyd yn dangos pwysigrwydd dosbarthu **offer effeithiol** ochr yn ochr â'r mathau hyn o ymyriadau byr. Er enghraifft, mae tystiolaeth yn awgrymu y gall cymhwyso meini prawf cynhwysiant ar gyfer recriwtio chwarae rôl wrth ddatblygu strwythur ac ideoleg sefydliadau, ac i hyrwyddo'r agenda cydraddoldeb rhywiol mewn STEM ymhellach. Canfuwyd hefyd bod

benywod sy'n gweithio mewn meysydd lle mae dynion yn tra-arglwyddiaethu wedi datblygu **mecanweithiau ymdopi** i fynd i'r afael â'r bygythiad i hunaniaeth gymdeithasol. Nid oedd hyn i'w weld ymysg y grwpiau oedran iau.

Roedd datblygu arweinyddiaeth hefyd yn ganolbwynt rhai mentrau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM, gyda chanlyniadau cadarnhaol wedi'u nodi o ran gwella amrywiaeth a datblygiad gyrfaoedd benywod. Roedd y rhaglenni hyn yn cynnwys cyfleoedd hyfforddi a strategaethau ymarferol a oedd yn cefnogi datblygiad gyrfa a chyfraddau cadw.

4.5 Nodyn i gloi a'r camau nesaf

Mae'r adran hon wedi crynhoi'r ystod o ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM a gyflwynwyd i wahanol grwpiau oedran. Mae'n amlwg bod canlyniadau llwyddiannus ymyriadau o'r fath yn cynnwys:

- ymgysylltu ag ystod o weithgareddau STEM;
- mwy o hyder a chymhelliant i astudio pynciau / dilyn gyrfaoedd STEM;
- gwell gwybodaeth a dealltwriaeth o'r pynciau;
- gwelliannau mewn cyflawniad yn y maes STEM;
- gwell ymwybyddiaeth o stereoteipiau a thuueddiad rhywedd;
- gosod nodau gyrfa a dilyniant llwyddiannus;
- effaith gadarnhaol ar gyfraddau cadw mewn perthynas â chyrsgiau a swyddi.

Mae'n amlwg hefyd bod rhai dulliau'n cael eu defnyddio'n fwy cyffredin nag eraill ac felly'n arwydd o ffactorau llwyddiant hollbwysig ar gyfer ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM. Er enghraifft, mae'r defnydd o fentora yn gyffredin ym mhob cam, ond eto o fewn mentora mae gwahanol elfennau i'w hystyried, megis hyd yr ymyrraeth, nifer y sesiynau rhyngweithio a'u math, p'un a ydynt yn sesiynau ar-lein a/neu bersonol. Yn yr un modd, mae ymyriadau a gyflwynir drwy gyrsiau dros gyfnodau amrywiol hefyd wedi adrodd ar ganlyniadau llwyddiannus, ac eto nid yw'n glir a yw un patrwm cyflwyno penodol yn cael effaith gryfach nag eraill.

Serch hynny, mae tystiolaeth yn cefnogi effeithiolrwydd ystod o wahanol fathau o ymyriadau cydraddoldeb rhywiol mewn STEM. Er bod y rhan fwyaf o'r dystiolaeth a nodwyd yn ymwneud ag ymyriadau sydd wedi'u hanelu at ysgolion uwchradd ac Addysg Uwch, mae rhai themâu cyffredin o ran y mathau o ymyriadau a ffactorau llwyddiant hollbwysig ar draws pob cyfnod. Nid yw'n ymddangos bod un dull llwyddiannus amlwg o fynd i'r afael â chydaddoldeb rhywiol mewn STEM. Ac eto, dysgwyd gwersi allweddol ar gyfer pob un o'r cyfnodau addysg ac mae'r dystiolaeth yn awgrymu bod y mathau mwyaf cyffredin o ymyriadau i wella cydraddoldeb rhywiol mewn STEM yn ymwneud â'r meysydd canlynol:

- cyflwyno gweithgareddau pwnc-benodol yn rhyngweithiol;
- addasu'r amgylchedd dysgu ffisegol (neu rithwir);
- mynd i'r afael â stereoteipiau rhywedd sy'n ymwneud â STEM i greu amgylcheddau dysgu cynhwysol o ran rhywedd;
- darparu ar gyfer gwahanol ddulliau a diddordebau dysgu wrth gyflwyno gweithgareddau;
- darparu modelau rôl a mentoriaid cadarnhaol;
- targedu rhieni fel dylanwadwyr allweddol;
- mynd i'r afael â ffactorau polisi a strwythurol cysylltiedig eraill.

Mae'r trosolwg o'r gweithgareddau cyfoethogi STEM presennol a ddarperir yng Nghymru yn adlewyrchu rhai o'r ymyriadau a archwiliwyd yn yr adolygiad llenyddiaeth hwn. Mae hyn yn dangos bod llawer o waith effeithiol yn y maes hwn eisoes yn cael ei gyflawni ledled Cymru. Fodd bynnag, mae potensial i ymgorffori gweithgareddau o'r fath ar draws profiadau bywyd pobl ifanc hyd yn oed ymhellach, sydd nid yn unig yn cynnwys eu profiad ysgol gorfodol ond hefyd o fewn cymunedau lleol a sefydliadau ieuenctid. Mae angen ystyried ymhellach ar ba grŵp oedran y byddai'r gweithgaredd yn cael yr effaith fwyaf a gallai hyn fod yn hanfodol o ran y nifer sy'n dewis astudio STEM a'r cyfraddau cadw yn y dyfodol - gan fod diddordeb mewn STEM gael ei feithrin ar gyfer plant iau, eto mae'n ymddangos mai cyflawniad sy'n ysgogi'r gweithgareddau wrth iddynt heneiddio.

Canfu'r adolygiad llenyddiaeth dystiolaeth o ganlyniadau cadarnhaol sy'n deillio o ystod o ymyriadau blynyddoedd cynnar, addysg gynradd ac addysg uwchradd. Fodd bynnag, nid oes modd dod i gasgliad ynghylch pa fathau o ymyriadau sy'n debygol o gael yr effaith fwyaf ar wahanol gamau, na maint yr effeithiau a ddisgwyliid o wahanol fathau o ymyriadau. Mae angen data pellach i werthuso effeithiau ymyriadau sydd wedi'u hanelu at wahanol grwpiau oedran a grwpiau targed yng Nghymru, ac i fonitro agweddau a dyheadau pobl ifanc yn rheolaidd, fel y gellir arsylwi ar unrhyw newidiadau dros amser. Felly gallai ymchwil hydredol yn y dyfodol edrych yn fanylach ar effeithiau ymyriadau blynyddoedd cynnar ac oedran cynradd ar agweddau a dewisiadau sy'n ymwneud ag addysg a gyrfaedd STEM ôl-16. Ar yr un pryd, mae angen i ymyriadau yn ystod y cyfnodau diweddarach hynny ddarparu digon o gyfleoedd, llwybrau a chefnogaeth ar gyfer STEM fel y gellir manteisio ar unrhyw newidiadau mewn agweddau a dyheadau, gan arwain at well cydraddoldeb rhywiol yn yr economi a'r gymdeithas.

Cyfeiriadau

- Akkuş Çakır, N., Gass, A., Foster, A., a Lee, F.J. (2017) Development of a game-design workshop to promote young girls' interest towards computing through identity exploration, *Computers and Education*, 108, tud.115-130.
- Archer, L., DeWitt, J. a Dillon, J. (2014) 'It didn't really change my opinion': Exploring what works, what doesn't and why in a school science, technology, engineering and mathematics careers intervention, *Research in Science & Technological Education*, 32(1), tud. 35-55.
- Archer, L., Osbourne, J., DeWitt, J., Dillon, J. a Wong, B. (2013) *ASPIRES: Young People's science and career aspirations, age 10-14*. Llundain: King's College. Ar gael yn: <https://www.kcl.ac.uk/ecs/research/aspires/aspires-final-report-december-2013.pdf>
- Avraamidou, L. (2014) Superheroes and supervillains: Reconstructing the mad-scientist stereotype in school science, *Research in Science & Technological Education*, 31, tud. 90-115.
- Bae, C.L. a Lai, M.H.C. (2019) Opportunities to participate in science learning and student engagement: A mixed methods approach to examining person and context factors, *Journal of Educational Psychology*, <https://doi.org/10.1037/edu0000410>
- Bamberger, Y.M. (2014) Encouraging girls into science and technology with feminine role model: Does this work? *Journal of Science Education and Technology*, 23(4), tud. 549-561.
- Barak, M., ac Asad, K. (2012) Research in Science & Technological Education, *Research in Science & Technological Education*, 30(1), tud. 81.
- Bauman, M.D., Howell, L.P. a Villablanca, A.C. (2014) The Women in Medicine and Health Science program: An innovative initiative to support female faculty at the University of California Davis School of Medicine, *Academic Medicine*, 89(11), tud. 1462-1466.
- Beaulieu, E., Boydstun, A.E., Brown, N.E., Dionne, K.Y., Gillespie, A., Klar, S., Krupnikov, Y., Michelson, M.R., Searles, K., a Wolbrecht C. (2017) Women Also Know Stuff: Meta-Level Mentoring to Battle Gender Bias in Political Science, *PS - Political Science and Politics*, 50(3), tud. 779-783.
- Beier, M.E., Kim, M.H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S. a Gilberto, J.M. (2019) The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM, *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), tud. 3-23.
- Breda, T., Grenet, J., Marion Monnet, M. a van Effenterre, C. (2018) Can female role models reduce the gender gap in science? Evidence from classroom interventions in French high schools, *Paris-Jourdan Sciences Economiques*, Ar gael yn: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01713068/document>
- Bryan, R., Bryan, W., Gagen, M. a Simons, N. (2019) *Swansea University Science for Schools Scheme (S4): the Welsh perspective on science capital in STEM outreach, Evaluation of S4's STEM outreach programme 2015-2018*, Ar gael yn: <https://s4science.co.uk/wp-content/uploads/2019/06/F-Evaluation-of-S4's-STEM-outreach-programme-2015-2018.pdf>
- Bryan, R., Gagen, M. a Bryan W. (yn cael ei adolygu) Reaching out to the hard-to-reach: a mixed-methods retrospective analysis of a pilot Welsh STEM engagement project, *International Journal of STEM Education*, <https://s4science.co.uk/wp-content/uploads/2019/06/F-Bryan-et-al-S4-2019.pdf>

- Bystydzienski, J. M., Eisenhart, M. a Bruning, M. (2015) High School Is Not Too Late: Developing Girls' Interest and Engagement in Engineering Careers, *The Career Development Quarterly*, 63(1), tud. 88.
- Caffrey, L., Wyatt, D., Fudge, N., Mattingley, H., Williamson, C. a McKeivitt, C. (2016) Gender equity programmes in academic medicine: a realist evaluation approach to Athena SWAN processes, *BMJ Open*, 6(9), tud. 1-9.
- Camp, A.R. Gilbert, P. N. ac O'Brien, L.T. (2019) Testing the effects of a role model intervention on women's stem outcomes, *Social Psychology of Education*, 22(3), tud. 649-671.
- Carbonaro, M., Szafron, D., Cutumisu, M., a Schaeffer, J. (2010) Computer-game construction: A gender-neutral attractor to Computing Science, *Computers and Education*, 55(3) tud. 1098-1111.
- Carnes, M., Devine, P.G., Manwell, L. B., Byars-Winston, A., Fine, E., Ford, C.E., Forscher, P., Isaac, C., Kaatz, A., Magua, W., Palta, M. a Sheridan, J. (2015) The effect of an intervention to break the gender bias habit for faculty at one institution: A cluster randomized, controlled trial, *Academic Medicine*, 90(2), tud. 221-230.
- Cloutier, A., Yew, G.Z., Gupta, S., Dissanayake, K. a Monaco, P. (2018) Modification and Assessment of a Residential Summer Program for High School Women, *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 8(2), tud. 10-.
- Collins, Jill (2013) *Evaluation of 'RAF WISE' work experience programmes, RAF Cosford 2009 - 2012. Project Report*. Sheffield, Centre for Science Education, Prifysgol Sheffield Hallam. Ar gael yn: http://shura.shu.ac.uk/8369/1/Final_RAF_Report_2013.pdf
- Conner L.D.C., Danielson J. (2016) Scientist role models in the classroom: how important is gender matching? *International Journal of Science Education*, 38(15), tud. 2414-2430.
- Constan, Z. a Spicer, J.J. (2015) Maximizing Future Potential in Physics and STEM: Evaluating a Summer Program Through a Partnership Between Science Outreach and Education Research, *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, 19(2), tud. 117-135.
- Cotner, S. a Ballen, C.J. (2017) Can mixed assessment methods make biology classes more equitable? *PLoS One*, 12(2), tud. 1-11.
- Covarrubias, R., Laiduc, G. a Valle, I. (2019) Growth messages increase help-seeking and performance for women in STEM, *Group Processes & Intergroup Relations*, 22(3), tud. 434-451.
- CREST Awards (2019) *Fees and funding*. [WWW] <https://www.crestawards.org/fees-and-funding>
- Crick, T. a Moller, F. (2015) Technocamps: Advancing Computer Science Education in Wales, *WIPSCÉ'15 Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, tud. 121-126. Ar gael yn: <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2818314.2818341>
- Chang, S., Morahan, P.S., Magrane, D., Helitzer, D., Lee, H.Y., Newbill, S., Peng, H-L., Guindani, M. a Cardinali, G. (2016) Retaining faculty in academic medicine: The impact of career development programs for women, *Journal of Women's Health*, 25(7), tud. 687-696.

- Chambers, N., Kashfepakdel, E.T., Rehill, E. a Percy, C. (2018) *Drawing the future*. UK: *Education and Employers*. Ar gael yn: <https://www.educationandemployers.org/wp-content/uploads/2018/01/DrawingTheFuture.pdf>
- Chen, H.-T., Wang, H.-H., Lu Y.-Y., Hong, Z.-R. (2019) Bridging the Gender Gap of Children's Engagement in Learning Science and Argumentation Through a Modified Argument-Driven Inquiry, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(4), tud. 635-655.
- Cheryan, S., Drury, B.J. and Vichayapai, M. (2013) Enduring Influence of Stereotypical Computer Science Role Models on Women's Academic Aspirations, *Psychology of Women Quarterly*, 37(1), tud. 72-79
- Cheryan, S., Plaut, V.C., Handron, C. a Hudson, L. (2013) The Stereotypical Computer Scientist: Gendered Media Representations as a Barrier to Inclusion for Women, *Sex Roles*, 69(1-2), tud. 58-71.
- Christensen, R., Knezek, G. and Tyler-Wood, T. (2015) Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students, *Journal of Science Education and Technology*, 24, tud. 898-909.
- Christophel, E. a Schnotz, W. (2017) Gender-specific covariations between competencies, interest and effort during science learning in virtual environments, *Frontiers in Psychology*, 8.
- Daniels, H.A., Grineski, S.E., Collins, T.W. a Frederick, A.H. (2019) Navigating social relationships with mentors and peers: Comfort and belonging among men and women in STEM summer research programs, *CBE-Life Sciences Education*, 18(2).
- Dasgupta, N., Scircle, M.M. a Hunsinger, M. (2015) Female peers in small work groups enhance women's motivation, verbal participation, and career aspirations in engineering, *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(16), tud. 4988-4993.
- Davies, N., Furlong, C. a Wharf, H. (2018) *Adolygiad Cyflym o gydraddoldeb rhywiol 2018: Cam un*. Chwarae Teg. Ar gael yn: <https://chwaraeteg.com/wp-content/uploads/2019/06/Adolygiad-Cyflym-o-Gydraddoldeb-Rhywiol-Adroddiad-llawn.pdf>
- De Smet, C., De Wever, B., Schellens, T. a Valcke, M. (2016) Differential impact of learning path based versus conventional instruction in science education, *Computers & Education*, 99, tud. 53-67.
- DeJonghe, E.S., Hacker, B.A. a Nemiro, J.E. (2015) The ADVANCE Associates Program: An Intervention for Retaining Women Faculty Members in STEM, *International Journal of Gender, Science and Technology*, 7(3), tud. 393-400.
- Dennehy, T.C. a Dasgupta, N. (2017) Female peer mentors early in college increase women's positive academic experiences and retention in engineering, *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(23), tud. 5964-5969.
- Devine, P.G., Forscher, P.S., Cox, W.T.L., Kaatz, A., Sheridan, J. a Carnes, M. (2017) A gender bias habit-breaking intervention led to increased hiring of female faculty in STEMM departments, *Journal of Experimental Social Psychology*, 73, tud. 211.

- Dijkstra, E. a Goedhart, M. (2011) Evaluation of authentic science projects on climate change in secondary schools: a focus on gender differences, *Research in science & technological education*, 29(2), p. 131.
- Drane, D., Micari, M. a Gregory Light, G. (2014) Students as teachers: effectiveness of a peer-led STEM learning programme over 10 years, *Educational Research and Evaluation*, 20(3), tud. 210-230.
- Drew, J.C., Galindo-Gonzalez, S., Ardisson, A.N. a Triplett, E.W. (2016) Broadening participation of women and underrepresented minorities in STEM through a hybrid online transfer program, *CBE Life Sciences Education*, 15(3).
- Equate Scotland (2016) *Women Returners Scotland*. Ar gael yn: <https://equatescotland.org.uk/wp-content/uploads/2016/06/EQUATE-Women-Returners-FINAL-COMBINED.pdf>
- Falco, L.D. a Summers, J. (2019) Improving Career Decision Self-Efficacy and STEM Self-Efficacy in High School Girls: Evaluation of an Intervention, *Journal of Career Development*, 46(1), tud. 62-76.
- Forsen, A., Lauriski-Karriker, T., Harriger, A. a Moskal, B. (2011) Surprising Possibilities Imagined and Realized through Information Technology: Encouraging High School Girls' Interests in Information Technology, *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5-6) tud. 46-57.
- Freedman, G., Seidman, M., Flanagan, M., Kaufman, G. a Green, M.C. (2018) The impact of an "aha" moment on gender biases: Limited evidence for the efficacy of a game intervention that challenges gender assumptions, *Journal of Experimental Social Psychology*, 78, tud. 162-167.
- Geber, H. a Roughneen, C. (2011) Tinkering, tailoring, and transforming: Retention of scientific excellence of women researchers through WiSER mentoring, *International Journal of Evidence Based Coaching and Mentoring*, 9(1), tud. 59-75.
- Glover, A., Harries, S. a Jones, M. (2018) An evaluation of a project aimed at increasing participation of young women in STEM activities and training in Wales, *International Journal of Gender, Science and Technology*, 10(3), tud. 432-440.
- Gomoll, A., Hmelo-Silver, C.E., Šabanović, S. a Francisco, M. (2016) Dragons, Ladybugs, and Softballs: Girls' STEM Engagement with Human-Centered Robotics, *Journal of Science Education and Technology*, 25(6) tud. 899-914.
- Gonsalves, A., Rahm J. a Carvalho, A. (2013) "we could think of things that could be science": Girls' re-figuring of science in an out-of-school-time club, *Journal of Research in Science Teaching*, 50(9), tud. 1068-1097.
- Harackiewicz, J., Rozek, C., Hulleman, C. a Hyde, J. (2012) Helping Parents to Motivate Adolescents in Mathematics and Science: An Experimental Test of a Utility-Value Intervention, *Psychological Science*, 23(8), tud. 899–906.
- Harris, R.B., Grunspan, D.Z., Pelch, M.A., Fernandes, G., Ramirez, G. a Freeman, S. (2019) Can test anxiety interventions alleviate a gender gap in an undergraduate STEM course? *CBE Life Sciences Education*, 18(3).
- Hennes, E.P., Pietri, E.S., Moss-Racusin, C.A., Mason, K.A., Dovidio, J.F., Brescoll, V.L., Bailey, A.H. a Handelsman, J. (2018) Increasing the perceived malleability of gender bias

using a modified Video Intervention for Diversity in STEM (VIDS), *Group Processes & Intergroup Relations*, 21(5), tud. 788-809.

Herman, C., Kendall-Nicholas, J. a Sadler, W. (2018) *People Like Me Evaluation Report*. WISE. Ar gael yn: https://www.wisecampaign.org.uk/wp-content/uploads/2018/06/People-Like-Me-Evaluation-Report_June18-1.pdf

Hernandez, P.R., Bloodhart, B., Barnes, R.T., Adams, A.S., Clinton, S.M., Pollack, I., Godfrey, E., Burt, M. a Fischer, E.V. (2017) Promoting professional identity, motivation, and persistence: Benefits of an informal mentoring program for female undergraduate students, *PLoS ONE*, 12(11).

Herrmann, S.D, Adelman, R.M., Bodford, J.E., Graudejus, O. Okun, M.A. a Kwan, V.S.Y. (2016) The Effects of a Female Role Model on Academic Performance and Persistence of Women in STEM Courses, *Basic and Applied Social Psychology*, 35(5), tud. 258-268.

HESA (2019) *What do HE students study?* [WWW] <https://www.hesa.ac.uk/data-and-analysis/students/what-study>

Holford, K. a Lappin-Scott, H. (2016) *Menywod Dawnus ar gyfer Cymru Lwyddiannus. Llywodraeth Cymru*. Ar gael yn: <https://gov.wales/docs/det/report/160308-women-in-science-cy.pdf>

Holmes, S., Redmond, A., Thomas, J. a High, K. (2012) Girls helping girls: Assessing the influence of college student mentors in an afterschool engineering program, *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 20(1), tud. 137.

Hughes, R., Roberts, K. a Schellinger, J. (2018) *SciGirls CONNECT2 Research Report*. Ar gael yn: <https://www.informalscience.org/sites/default/files/SciGirls%20CONNECT%20%20NSF%20Research%20Report.pdf>

Isaac, C., Kaatz, A., Lee, B., a Carnes, M. (2012) An educational intervention designed to increase women's leadership self-efficacy, *CBE Life Sciences Education*, 11(3), tud. 307-322.

Jackson, S.M., Hillard, A.L., Schneider, T.R. (2014) Using implicit bias training to improve attitudes toward women in STEM, *Social Psychology of Education*, 17(3), tud. 419-438.

Jasko, K., Dukala, K. a Szastok, M. (2019) Focusing on gender similarities increases female students' motivation to participate in STEM, *Journal of Applied Social Psychology*, 49(8), tud. 473-487.

Jeng, H-L. a Lui, G-F. (2016) Test interactivity is promising in promoting gender equity in females' pursuit of STEM careers, *Learning and Individual Differences*, 49, tud. 201-208.

Jethwani, M.M., Memon, N., Seo, W. a Richer, A. (2017) "I can actually be a super sleuth": Promising practices for engaging adolescent girls in cybersecurity education, *Journal of Educational Computing Research*, 55(1), tud. 3-25.

Johnson, I.R., Pietri, E.S., Fullilove, F. a Mowrer, S. (2019) Exploring Identity-Safety Cues and Allyship Among Black Women Students in STEM Environments, *Psychology of Women Quarterly*, 43(2), tud. 131-150.

King, N.S. a Pringle, R.M. (2019) Black girls speak STEM: Counterstories of informal and formal learning experiences, *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), tud. 539-569.

Kim, H. (2016) Inquiry-Based Science and Technology Enrichment Program for Middle School-Aged Female Students, *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), tud. 174-186.

Knezek, G. a Christensen, R. (2019) Project-based learning for middle school students monitoring standby power: replication of impact on stem knowledge and dispositions, *Educational Technology Research and Development*, doi.org/10.1007/s11423-019-09674-3.

Koul, R., Lerdpornkulrat, T. a Poondej, C. (2016) Gender compatibility, math-gender stereotypes, and self-concepts in math and physics, *Physical Review Physics Education Research*, 12(2).

Laver, K.E., Prichard, I.J., Cations, M., Osenk, I., Govin, K. a Coveney, J.D. (2018) A systematic review of interventions to support the careers of women in academic medicine and other disciplines, *BMJ Open*, 8(3).

Lee, J.K., Alston, A.T. a Kahn, K.B. (2015) Identity threat in the classroom: Review of women's motivational experiences in the sciences, *Translational Issues in Psychological Science*, 1(4), tud. 321-330.

Leman, P.J., Skipper, Y., Watling, D. a Rutland, A. (2016) Conceptual Change in Science Is Facilitated Through Peer Collaboration for Boys but Not for Girls, *Child Development*, 87(1), tud. 176-183.

Levine, M. a Discenza, D.J. (2018) Sweet, Sweet Science: Addressing the Gender Gap in STEM Disciplines through a One-Day High School Program in Sugar Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 95(8), tud. 1316-1322.

Levine, M., Serio, N., Radaram, B., Chaudhuri, S. a Talbert, W. (2015) Addressing the STEM Gender Gap by Designing and Implementing an Educational Outreach Chemistry Camp for Middle School Girls, *Journal of Chemical Education*, 92(10), 1639-1644.

Levine, R.B., González-Fernández, M., Bodurtha, J., Skarupski, K.A. a Fivush, B. (2015) Implementation and evaluation of the Johns Hopkins University School of Medicine Leadership Program for Women Faculty, *Journal of Women's Health*, 24(5), tud. 782-794.

Lewis, N.A., Sekaquaptewa, D. a Meadows, L.A. (2019) Modeling gender counter-stereotypic group behavior: A brief video intervention reduces participation gender gaps on stem teams, *Social Psychology of Education: An International Journal*, 22(3), tud. 557-577.

Little, A.J. a de la Barra, B.A.L. (2009) Attracting girls to science, engineering and technology: An Australian perspective, *European Journal of Engineering Education*, 34(5), tud. 439-445.

Löther, A. (2019) Is it working? An impact evaluation of the German "Women Professors Program", *Social Sciences*, 8(4).

Lou, S-J., Tsai, H-Y., Tseng, K-H. a; Shih, R-C. (2014) Effects of implementing STEM-I project-based learning activities for female high school students, *International Journal of Distance Education Technologies*, 12(1), tud. 52-73.

Llywodraeth Cymru (2012) *Gwyddoniaeth, Technoleg, Peirianeg a Mathemateg (STEM): Canllawiau ar gyfer ysgolion a cholegau yng Nghymru*. Ar gael yn: <https://llyw.cymru/sites/default/files/publications/2018-02/gwyddoniaeth-technoleg-peirianeg-a-mathemateg-stem-canllawiau-i-ysgolion-a-cholegau-yng-nghymru.pdf>

Llywodraeth Cymru (2014) *Cymwys am oes: cynllun gwella addysg ar gyfer pobl ifanc 3 i 19 oed yng Nghymru*.

Llywodraeth Cymru (2015a) *Deddf Llesiant Cenedlaethau'r Dyfodol (Cymru) 2015* Ar gael yn: <https://www.futuregenerations.wales/wp-content/uploads/2017/01/wfg-essentials-guide-cy.pdf>

Llywodraeth Cymru (2015b) *Cynllun Strategol Cyfoethogi STEM yr Academi Wyddoniaeth Genedlaethol 2015-18*.

Llywodraeth Cymru (2016) *Gwyddoniaeth, Technoleg, Peirianeg a Mathemateg (STEM) mewn addysg a hyfforddiant Cynllun cyflawni ar gyfer Cymru*. Ar gael yn: <https://llyw.cymru/sites/default/files/publications/2018-02/gwyddoniaeth-technoleg-peirianeg-a-mathemateg-mewn-addysg-a-hyfforddiant-cynllun-cyflawni-i-gymru.pdf>

Llywodraeth Cymru (2017a) *Gwyddoniaeth i Gymru*. Ar gael yn: https://llyw.cymru/adroddiad-gwyddoniaeth-i-gymru-2017?_ga=2.194857390.2048455288.1602055316-768884129.1582223051

Llywodraeth Cymru (2017b) 'Addysg yng Nghymru: Cenhadaeth ein cenedl Cynllun gweithredu 2017-21' Ar gael yn: <https://llyw.cymru/sites/default/files/publications/2018-03/addysg-yng-nghymru-cenhadaeth-ein-cenedl.pdf>

Llywodraeth Cymru (2019) *Y Gweinidog Addysg - Datganiad llafar ar ganlyniadau PISA 2018*. Ar gael yn: <https://record.assembly.wales/Plenary/6047#A54864>

Macdonald, A. (2014) "Not for people like me?" *Under-represented groups in science, technology and engineering*. WISE. Ar gael yn: https://www.wisecampaign.org.uk/wp-content/uploads/2018/06/not_for_people_like_me-full-reportud.pdf

MacPhee, D., Farro, S. a Canetto, S.S. (2013) Academic self-efficacy and performance of underrepresented STEM majors: Gender, ethnic, and social class patterns, *Analyses of Social Issues and Public Policy (ASAP)*, 13(1), tud. 347-369.

Machina, K. a Gokhale, A. (2010) Maintaining positive attitudes toward science and technology in first-year female undergraduates: Peril and promise, *International Journal of Science Education*, 32(4), tud. 523-540.

Mann, A., Legewie, J. a DiPrete, T.A. (2015) The role of school performance in narrowing gender gaps in the formation of STEM aspirations: A cross-national study, *Frontiers in Psychology*, 6(171).

Marchand, G.C., a Taasoobshirazi, G. (2013) Stereotype Threat and Women's Performance in Physics, *International Journal of Science Education*, 35(18), tud. 3050-3061.

Master, A., Cheryan, S. a Meltzoff, A.N. (2016) Computing whether she belongs: Stereotypes undermine girls' interest and sense of belonging in computer science, *Journal of Educational Psychology*, 108(3,) tud. 424.

Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A., a; Meltzoff, A. (2017) Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls, *Journal of Experimental Child Psychology*, 160, tud. 92-106.

Microsoft. (2018) *Why Europe's girls aren't studying STEM*. Ar gael yn: https://news.microsoft.com/uploads/2017/03/ms_stem_whitepaper.pdf

Miyake, A., Kost-Smith, L.E., Finkelstein, N.D., Pollock, S.J., Cohen, G.L. a Ito, T.A. (2010) Reducing the gender achievement gap in college science: A classroom study of values affirmation, *Science*, 330(6008), tud.1234-1237.

Mosatche, H.S., Matloff-Nieves, S., Kekelis, L. a Lawner, E.K. (2013) Effective STEM programs for adolescent girls, *Afterschool Matters*.

Moss-Racusin, C.A., Pietri, E.S., Hennes, E.P., Dovidio, J.F., Brescoll, V.L., Roussos, G. a Handelsman, J. (2018a) Reducing STEM gender bias with VIDS (video interventions for diversity in STEM), *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 24(2), tud. 236-260.

Moss-Racusin, C.A., Sanzari, C., Nava C. a Rabasco, H. (2018b) Gender Bias Produces Gender Gaps in STEM Engagement, *Sex Roles*, 79(11-12), tud. 651-670.

Moss-Racusin, C.A., van der Toorn, J., Dovidio, J.F., Brescoll, V.L., Graham, M.J. a Handelsman J. (2016) A “scientific diversity” intervention to reduce gender bias in a sample of life scientists, *CBE Life Sciences Education*,15(3).

National Science Foundation (2017) *ADVANCE Increasing the Participation and Advancement of Women in Academic Science, Technology, Engineering and Mathematic Careers*. USA: NAS. Ar gael yn: <https://www.nsf.gov/ehp/Materials/ADVANCEBrochure.pdf>

Niler, A.A., Asencio, R. a DeChurch, L.A. (2019) Solidarity in STEM: How Gender Composition Affects Women’s Experience in Work Teams, *Sex Roles*, DOI:10.1007/s11199-019-01046-8

Novak, H., Paguyo, C. a Siller, T. (2016) Examining the Impact of the Engineering Successful/Unsuccessful Grading (SUG) Program on Student Retention: A Propensity Score Analysis, *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 18(1), tud. 83-108.

O'Brien, L.T., Garcia, D.M., Blodorn, A., Adams, G., Hammer, E. a Gravelin, C. (2019) An educational intervention to improve women’s academic STEM outcomes: Divergent effects on well-represented vs. underrepresented minority women, *Cultural Diversity and Ethnic Minority Psychology*. DOI: 10.1037/cdp0000289.

O'Brien, L.T., Hitti, A., Shaffer, E., Camp, A.R. van., Henry, D. a Gilbert, P.N. (2017) Improving Girls’ Sense of Fit in Science: Increasing the Impact of Role Models: Increasing the Impact of Role Models, *Social Psychological & Personality Science*, 8(3), tud. 301-309.

O'Meara, K. a Stromquist, N.P. (2015) Faculty peer networks: role and relevance in advancing agency and gender equity, *Gender and Education*, 27(3), tud. 338-358.

Parken, A. (2018) *Rhoi cydraddoldeb wrth wraidd penderfyniadau Adolygiad o Gydraddoldeb Rhywiol Cam Un: Polisi ac Arfer Rhyngwladol*. Ar gael yn: <https://www.wcpp.org.uk/wp-content/uploads/2018/07/Rhoi-cydraddoldeb-wrth-wraidd-penderfyniadau.pdf>

Patrick, H., Mantzicopoulos, P. a Samarapungavan, A. (2009) Motivation for learning science in kindergarten: Is there a gender gap and does integrated inquiry and literacy instruction make a difference, *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), tud. 166-191.

Pietri, E.S., Hennes, E.P., Dovidio, J.F., Brescoll, V.L., Bailey, A.H., Moss-Racusin, C.A., a Handelsman J. (2019) Addressing Unintended Consequences of Gender Diversity Interventions on Women’s Sense of Belonging in STEM, *Sex Roles*, 80, tud. 527-547.

- Pietri, E.S., Johnson, I.R., Ozgumus, E. a Young A.I. (2018) Maybe she is relatable: Increasing women's awareness of gender bias encourages their identification with women scientists, *Psychology of Women Quarterly*, 42(2), tud.192-219.
- Pietri, E.S., Moss-Racusin, C.A., Dovidio, J.F., Guha, D., Roussos, G., Brescoll, V.L. a Handelsman, J. (2017) Using Video to Increase Gender Bias Literacy Toward Women in Science, *Psychology of Women Quarterly*, 41(2), tud. 175-196.
- Pila, S., Aladé, F., Sheehan, K. J., Lauricella, A. R., a Wartella, E. A. (2019) Learning to code via tablet applications: An evaluation of Daisy the Dinosaur and Kodable as learning tools for young children, *Computers and Education*, 128, tud. 52-62.
- Pinkard, N., Erete, S., Martin, C.K. a de Royston, M.M. (2017) Digital youth divas: Exploring narrative-driven curriculum to spark middle school girls' interest in computational activities, *Journal of the Learning Sciences*, 26(3), 477-516.
- Primé, D.R., Bernstein, B.L., Wilkins, K.G. a Bekki, J.M. (2015) Measuring the advising alliance for female graduate students in science and engineering: An emerging structure, *Journal of Career Assessment*, 23(1), tud. 64-78.
- Ramsey, L.R., Betz, D.E. a Sekaquaptewa, D. (2013) The effects of an academic environment intervention on science identification among women in STEM, *Social Psychology of Education*, 16(3), tud. 377-397.
- Redmond, P. a Gutke, H. (2019) STEMming the Flow: Supporting Females in STEM, *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Reinking, A. a Martin, B. (2018) The Gender Gap in STEM Fields: Theories, Movements, and Ideas to Engage Girls in STEM, *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), tud. 148-153.
- Richman, L.S., van Dellen, M. a Wood, W. (2011) How women cope: Being a numerical minority in a male-dominated profession, *Journal of Social Issues*, 67(3), tud. 492-509.
- Roberts, T., Jackson, C., Mohr-Schroeder, M.J., Bush, S.B., Maiorca, C., Cavalcanti, M., Schroeder, D.C., Delaney, A., Putnam, L. a Cremeans, C. (2018) Students' perceptions of STEM learning after participating in a summer informal learning experience, *International Journal of STEM Education*, 5(35).
- Rosenthal, L., London, B., Levy, S.R. a Lobel, M. (2011) The Roles of Perceived Identity Compatibility and Social Support for Women in a Single-Sex STEM Program at a Co-educational University, *Sex Roles*, 65, tud. 725-736.
- Rozek, C.S., Hyde, J.S. Svoboda, R.C. Hulleman, C.S. a Harackiewicz, J.M. (2015) Gender differences in the effects of a utility-value intervention to help parents motivate adolescents in mathematics and science, *Journal of Educational Psychology*, 107(1), tud. 195.
- Sadler, W. (2018) Gender role models in STEM – inspiration or threat? *STEM for Youth*, tud. 8-13. Ar gael yn:
<http://orca.cf.ac.uk/116281/1/Role%20model%20article%20STEMforYouth.pdf>
- Salmi, H., Thuneberg, H. a Vainikainen, M-P. (2016) How do engineering attitudes vary by gender and motivation? Attractiveness of outreach science exhibitions in four countries, *European Journal of Engineering Education*, 41(6), tud. 638-659.
- Sasson, I. a Cohen, D. (2013) Assessment for effective intervention: Enrichment science academic program, *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), tud. 718-728.

Scott-Parker, B. a Barone-Nugent, E. (2019) Enlightening STEM Engagement During High School – Make it Real Banana Peel, *Journal of STEM Education Innovations and Research*, 20(1).

Schnittka, J. a Schnittka, C. (2016) “Can I drop it this time?” Gender and Collaborative Group Dynamics in an Engineering Design-Based Afterschool Program, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(2) erthygl 1.

Schumacher, M.M., Stansbury, K.N., Johnson, M.N. Floyd, S.R., Reid, C.E. Noland M.P. a Leukefeld, C.G. (2009) The Young Women in Science Program: A Five-Year Follow-Up of an Intervention to Change Science Attitudes, Academic Behavior, and Career Aspirations *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 15(4), tud. 303-321.

Schuster, C. a Martiny, S.E. (2017) Not Feeling Good in STEM: Effects of Stereotype Activation and Anticipated Affect on Women’s Career Aspirations, *Sex Roles*, 76, tud. 40-55.

Sefydliad Cydraddoldeb Rhywiol Ewrop (2017) *Economic Benefits of Gender Equality in the European Union*. Ar gael yn: <https://eige.europa.eu/publications/economic-benefits-gender-equality-european-union-report-empirical-application-model>

Shaffer, E.S., Marx, D.M. a Prislín, R. (2013) Mind the Gap: Framing of Women's Success and Representation in STEM Affects Women's Math Performance under Threat, *Sex Roles*, 68, tud. 454-463.

Shaw, S.M., Bothwell, M., Furman, K., Gaines, L., John, D., Lopez, C., Osei-Kofi, N., Özkan-Haller, H.T., Plaza, D., Ruder, B. a Warner, R.L. (2019) Advancing women in STEM: institutional transformation, *The Lancet*, 393, 17-18.

Sheffield, R, Koul, R., Blackley, S., a Maynard, N. (2017) Makerspace in STEM for girls: a physical space to develop twenty-first-century skills, *Educational Media International*, 54(2), tud. 148-164.

Siekmann, G. (2016) *What is STEM? The need for unpacking its definitions and applications*. Awstralia: NCVER. Ar gael yn: <https://www.ncver.edu.au/research-and-statistics/publications/all-publications/what-is-stem-the-need-for-unpacking-its-definitions-and-applications>

Skills Development Scotland (2018) *Review of Improving Gender Balance Scotland*. Ar gael yn: <https://www.skillsdevelopmentScotland.co.uk/media/44705/review-of-improving-gender-balance-2018.pdf>

Smith, J.L., Lewis, K.L., Hawthorne, L. a Hodges, S.D. (2013) When Trying Hard Isn't Natural: Women's Belonging With and Motivation for Male-Dominated STEM Fields As a Function of Effort Expenditure Concerns, *Personality and Social Psychology Bulletin*, 39(2), tud. 131-143.

STEM Learning (2019) *STEM Learning, supporting teacher improving young people's lives*. Ar gael yn: <https://www.stem.org.uk/about-us/our-vision>

Stoeger, H., Duan, X., Schirner, S., Greindl, T. a Ziegler, A. (2013) The effectiveness of a one-year online mentoring program for girls in STEM, *Computers and Education*, 69, tud. 408-418.

Stoeger, H., Hopp, M. a Ziegler, A. (2017) Online Mentoring as an Extracurricular Measure to Encourage Talented Girls in STEM (Science, Technology, Engineering, and

- Mathematics): An Empirical Study of One-on-One Versus Group Mentoring, *The Gifted Child Quarterly*, 61(3), tud. 239-249.
- Stoeger, H., Schirner, S., Laemmle, L., Obergriesser, S., Heilemann, M. a Ziegler, A. (2016) A contextual perspective on talented female participants and their development in extracurricular STEM programs, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1377(1), tud. 53-66.
- Stout, J.G., Dasgupta, N., Hunsinger, M., a McManus, M.A. (2011) STEMing the tide: Using ingroup experts to inoculate women's self-concept in science, technology, engineering, and mathematics (STEM), *Journal of Personality and Social Psychology*, 100(2), tud. 255-270.
- Sullivan, A. a Bers, M. (2013) Gender differences in kindergarteners' robotics and programming achievement, *International Journal of Technology and Design Education*, 23(3), tud. 691-702.
- Sullivan, A. a Bers, M. (2018) Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school, *International Journal of Technology and Design Education*, tud. 1-19.
- Sullivan, L.L., Ballen, C.J. a Cotner, S. (2018) Small group gender ratios impact biology class performance and peer evaluations, *PLoS ONE*, 13(4).
- Swyddfa Archwilio Genedlaethol (2018) *Delivering STEM (science, technology, engineering and mathematics) skills for the economy*. UK: Department for Business, Energy & Industrial Strategy Department for Education. Ar gael yn: <https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2018/01/Delivering-STEM-Science-technology-engineering-and-mathematics-skills-for-the-economy.pdf>
- Szelényi, K. a Inkelas, K.K. (2011) The Role of Living-Learning Programs in Women's Plans to Attend Graduate School in STEM Fields, *Research in Higher Education*, 52(4), tud. 349-369.
- Szelényi, K., Denson, N. a Inkelas, K.K. (2013) Women in STEM Majors and Professional Outcome Expectations: The Role of Living-Learning Programs and Other College Environments , *Research in Higher Education*, 54(8), tud. 851-873.
- Todd, B.L. a Zvoch, K. (2019) The effect of an informal science intervention on middle school girls' science affinities, *International Journal of Science Education*, 41(1), tud. 102-122.
- Turner, G.E., Deemer, E.D., Tims, H.E., Corbett, K. a Mhire, J. (2014) Cyber Value and Interest Development: Assessment of a STEM Career Intervention for High School Students, *Electronic Journal of Science Education*, 18(1).
- Tyler-Wood, T., Ellison, A., Lim, O. a Periathiruvadi, S. (2012) Bringing Up Girls in Science (BUGS): The Effectiveness of an Afterschool Environmental Science Program for Increasing Female Students' Interest in Science Careers, *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), tud. 46-55.
- Tho, S.W., Chan, K.W. a Yeung, Y.Y. (2015) Technology-enhanced physics programme for community-based science learning: Innovative design and programme evaluation in a theme park, *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), tud. 580-594.
- Thomas, L. a Rushton, L. (2019) Physics Mentoring Project/ Prosiect Mentora Ffiseg, Interim Evaluation Report. UK: Ondata Research. Ar gael yn: https://physicsmentoring.co.uk/wp-content/uploads/2019/09/InterimReport_final_v2.pdf

Thompson R.C., Monroe-White T., Xavier J., Howell C., Moore M.R., Haynes J.K. (2016) Preparation of underrepresented males for scientific careers: A study of the Dr. John H. Hopps Jr. Defense research scholars program at Morehouse college, *CBE Life Sciences Education*, 15(3).

Thompson, J. (2014) Engaging girls' sociohistorical identities in science, *Journal of the Learning Sciences*, 23(3), tud. 392-

UK Commission for Employment and Skills (2016) *Working Futures 2014-2024* Ar gael yn: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/513801/Working_Futures_final_evidence_report.pdf

UNESCO (2016) *SAGA (STEM and Gender Advancement) Improved measurement of gender equality in science, technology, engineering and mathematics*. Ar gael yn: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245006>

Unkovic, C., Sen M. and Quinn, K.M. (2016) Does encouragement matter in improving gender imbalances in technical fields? Evidence from a randomized controlled trial, *PLoS ONE*, 11(4).

US National Science Foundation (2010) *Preparing the next generation of STEM innovators: Identifying and developing our nation's human capital*. Ar gael yn: <https://www.nsf.gov/nsb/publications/2010/nsb1033.pdf>

Valantine, H.A., Grewal, D., Ku, M.C., Moseley, J., Shih, M_C., Stevenson, D. a Pizzo, P. A. (2014) The gender gap in academic medicine: Comparing results from a multifaceted intervention for Stanford faculty to peer and national cohorts, *Academic Medicine*, 89(6), tud. 904-911.

Valla, J.M. (2012) Increasing Achievement and Higher-Education Representation of Under-Represented Groups in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Fields: A Review of Current K-12 Intervention Programs, *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 18(1), pp. 21-53.

Van Camp, A.R., Gilbert, P.N. ac O'Brien, L.T. (2019) Testing the effects of a role model intervention on women's STEM outcomes, *Social Psychology of Education*, 22(3), tud. 649-671.

Van den Hurk, A., Meelissen, M a Van Langen, A. (2019) Interventions in education to prevent STEM pipeline leakage, *International Journal of Science Education*, 41(2), tud. 150-164.

Van Oosten, E.B., Buse, K. a Bilimoria, D. (2017) The leadership lab for women: Advancing and retaining women in STEM through professional development, *Frontiers in Psychology*, 8.

Vector STEM Partnership (2018) *CREST Awards in Wales, Final report*.

Wang, M-T., a Degol, J. (2013) Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy-value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields, *Developmental Review*, 33(4), tud. 304-

Walton, G.M., Logel, C., Peach, J.M., Spencer, S.J. a Zanna, M.P. (2015) Two Brief Interventions to Mitigate a "Chilly Climate" Transform Women's Experience, Relationships, and Achievement in Engineering, *Journal of Educational Psychology*, 107(2), tud. 468-485.

Watermeyer, R. (2012) Confirming the legitimacy of female participation in science, technology, engineering and mathematics (STEM): evaluation of a UK STEM initiative for girls, *British Journal of Sociology of Education*, 33(5), tud. 679-

Wellcome Trust (2019) *The role of informal science in youth work, Findings from Curiosity round one*. Ar gael yn: <https://wellcome.ac.uk/reports/role-informal-science-youth-work-findings-curiosity-round-one>

Wheeler, S.R. a Blanchard, M.R. (2019) Contextual choices in online physics problems: Promising insights into closing the gender gap, *Frontiers in Psychology*, 10, DOI:10.3389/fpsyg.2019.00594

Wille, E., Gaspard, H., Trautwein, U., Oschatz, K., Scheiter, K. a Nagengast, B. (2018) Gender stereotypes in a children's television program: Effects on girls' and boys' stereotype endorsement, math performance, motivational dispositions, and attitudes, *Frontiers in Psychology*, 9.

WISE (2019) *Making a Difference – why women in STEM become innovators*. Ar gael yn: <https://wisecampaign.scdn3.secure.raxcdn.com/wp-content/uploads/2019/03/Making-a-Difference-why-women-in-STEM-become-innovators.pdf>

Wulff, P., Hazari, Z., Petersen, S., Neumann, K. (2018) Engaging young women in physics: An intervention to support young women's physics identity development, *Physical Review Physics Education Research*, 14(2).

Y Cenhedloedd Unedig (2019) *Nod Datblygu Cynaliadwy 5*. Ar gael yn: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg5>

Y Comisiwn Ewropeaidd (2012) *Meta-analysis of gender and science research*. Ar gael yn: https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_gender_equality/meta-analysis-of-gender-and-science-research-synthesis-reportud.pdf

Y Sefydliad Ffiseg (2014) *Opportunities from Physics Interventions in a multi-ethnic school to increase post-16 participation*. Ar gael yn: http://www.iop.org/publications/iop/2014/file_63749.pdf

Y Sefydliad Ffiseg (2017) *Improving Gender Balance, Reflections on the impact of interventions in schools*. Ar gael yn: https://www.iop.org/publications/iop/2017/file_69171.pdf

Zhao, F., Zhang, Y., Alterman, V., Zhang, B., a Yu, G. (2018) Can Math-Gender Stereotypes Be Reduced? A Theory-Based Intervention Program with Adolescent Girls, *Current Psychology*, 37(3), tud. 612-624.