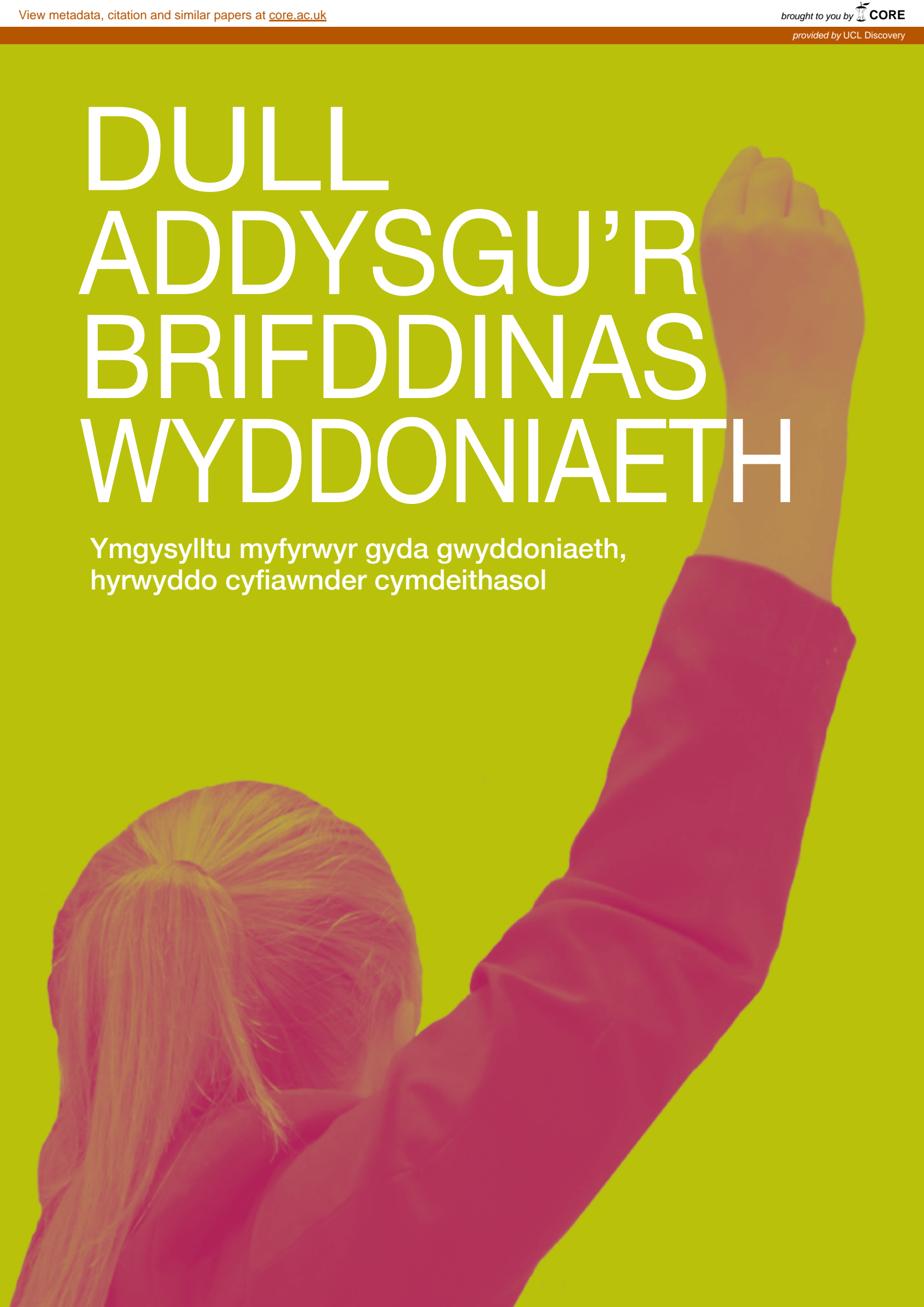


DULL ADDYSGU'R BRIFDDINAS WYDDONIAETH

Ymgysylltu myfyrwyr gyda gwyddoniaeth,
hyrwyddo cyfiawnder cymdeithasol



Mae rhai myfyrwyr yn cael trafferth gweld gwyddoniaeth fel rhywbeth sy'n berthnasol i'w bywydau ac fel rhywbeth sy'n addas iddyn nhw. Gall hyn wneud eu hymgysylltiad gyda gwyddoniaeth yn anodd.

Bydd y pecyn hwn yn cefnogi athrawon i helpu myfyrwyr ganfod mwy o ystyr a pherthnasedd mewn gwyddoniaeth ac, o ganlyniad, i ymgysylltu'n fwy gyda'r pwnc.

Pam ymagwedd cyfiawnder cymdeithasol?

Yn y Deyrnas Unedig a nifer o wledydd eraill, mae yna batrymau cyson parthed pwy sy'n parhau gyda gwyddoniaeth ôl-16 oed. Yn y gwyddorau ffisegol—a pheirianeg yn arbennig—mae diffyg cynrychiolaeth nodedig ar gyfer menywod, y dosbarth gweithiol a rhai grwpiau ethnig.¹ Mae sawl rheswm dros gynyddu ac ehangu cyfranogiad mewn gwyddoniaeth. Ar gyfer llywodraethau, un mater allweddol yw pwysigrwydd gwyddoniaeth, technoleg, peirianeg a mathemateg (STEM) i allu cystadleuol economaidd cenedlaethol, yn arbennig o ystyried y prinder sgiliau a ragwelir yn y dyfodol. Mae ein diddordeb mewn gwella ymgysylltiad a chyfranogiad myfyrwyr wedi ei ysgogi gan resymeg cyfiawnder cymdeithasol, yn seiliedig ar y gred:

- Ei bod yn bwysig delio ag anghydraddoldebau;
- Y gall gwyddoniaeth ddarparu llwybr i fudoledd cymdeithasol, felly dylid gwneud mwy o ymdrech i gynnwys cymunedau nad ydynt wedi eu cynrychioli'n ddigonol;
- Golyga cynnydd gwyddonol y bydd angen cynyddol i bobl ddeall pynciau STEM er mwyn bod yn ddinasyddion gweithredol sydd â dweud mewn cymdeithas.

Mae ymagwedd cyfiawnder cymdeithasol yn ffocysu ar wella ymgysylltu a chyfranogiad gwyddonol er lles personol a'r cyhoedd.

Mae'r syniadau a gyflwynwyd yn y pecyn hwn wedi eu datblygu ar y cyd a'u treialu dros bedair blynedd gan 43 o athrawon gwyddoniaeth mewn amrywiaeth o ysgolion uwchradd yn Lloegr gyda dosbarthiadau cyfnodau allweddol 3 a 4.

¹ WISE, 2012; Smith, 2011

Cynnwys

1 CYFLWYNIAD	5
Dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn gryno	5
Sut i ddefnyddio'r pecyn hwn	5
2 DEALL Y SYNIADAU	7
Beth mae cyfalaf gwyddoniaeth yn ei olygu?	7
Ymgysylltu myfyrwyr gyda gwyddoniaeth – pam ei fod yn amrywio?	11
Canlyniadau dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth	13
3 DULL ADDYSGU CYFALAF GWYDDONIAETH	17
Sylfaen: Ehangu beth sy'n bwysig	19
Colofn un: Personoli a lleoleiddiad	27
Colofn dau: Ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu	33
Colofn tri: Adeiladu'r dimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth	39
Addasu cynllun gwers	46
4 ADNODDAU	49
Dyddiaduron myfyriol	49
Gwerthuso cynnydd	49
Ymateb i gwestiynau cyffredin	50
Adnoddau ychwanegol gan y prosiect Gwyddoniaeth Fentergar	52
5 ATODIAD: DEUNYDDIAU I'W LLUNGOPIÖ	55
6 CYFEIRIADAU	60
7 DIOLCHIADAU	62



*Yr hyn dwi wedi ei weld
wrth ddefnyddio'r dull yr fy
mod yn gallu ei weld yn eu
llygaid...fel swricatïaid, mae
nhw'n codi eu pen a gallwch
weld yr ymgysylltiad.*

Athro



1. CYFLWYNIAD

Dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn gryno

I helpu mwy o bobl—a mwy o amrywiaeth o bobl—i ymgysylltu gyda gwyddoniaeth, mae dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn adeiladu ar arferion addysgu da. Y gwahaniaeth allweddol yw ffocws penodol ar gydnabod a gwerthfawrogi cyfalaf gwyddonol cyfredol myfyrwyr, tra hefyd yn eu helpu i adeiladu ar gyfalaf gwyddonol newydd.

Mae'r dull yn gweithio o fewn unrhyw gwricwlwm gwyddoniaeth. Nid yw'n gyfres newydd o ddeunyddiau ac nid yw'n golygu gwanediad o syniadau a chysyniadau gwyddonol. Yn hytrach, mae'n fframwaith myfyriol sy'n gofyn am wneud mân newidiadau i arferion presennol er mwyn ailgyfeiriadu gwersi gwyddoniaeth mewn ffyrdd sy'n cysylltu'n well gyda gwirionedd bywydau a phrofiadau myfyrwyr.

Mae'r cysyniad o **gyfalaf gwyddoniaeth** yn ffordd o ymgorffori'r holl wybodaeth, agweddau, profiadau a chontractau cymdeithasol sydd gan unigolyn.

Sut i ddefnyddio'r pecyn hwn

Mae'r pecyn hwn yn darparu llawlyfr manwl ar gyfer unrhyw athro neu addysgwr sydd â diddordeb mewn mabwysiadu dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth. Gellir ei ddefnyddio fel:

- Adnodd datblygiad proffesiynol ar gyfer adrannau gwyddoniaeth uwchradd, ac ysgolion yn fwy cyffredinol, i ddelio gydag a chynyddu cyfiawnder cymdeithasol ac ymgysylltu mewn addysgu gwyddoniaeth.
- Adnodd ar gyfer Addysg Gychwynnol i Athrawon i helpu myfyrwyr dysgu i fyfyrion ar faterion cyfiawnder cymdeithasol yn yr ystafell ddosbarth gwyddoniaeth.

Mae Adran 2 yn cyflwyno'r syniad o gyfalaf gwyddoniaeth ac yn archwilio rhai o'r rhesymau pam fod ymgysylltu myfyrwyr gyda gwyddoniaeth yn amrywio.

Mae Adran 3 yn cyflwyno'r sylfaeni a thair colofn dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth, gydag enghreifftiau darluniadol ac ymarferion.

Mae Adrannau 4 a 5 yn cynnwys adnoddau atodol.



*Dwi'n meddwl ei fod yn eithaf
cŵl, oherwydd rydych chi'n
meddwl amdano: 'O ie, mae
hynny'n gysylltiedig i fy
mywyd' a wedyn, 'Mi wna i
gofio hynny nawr'.*

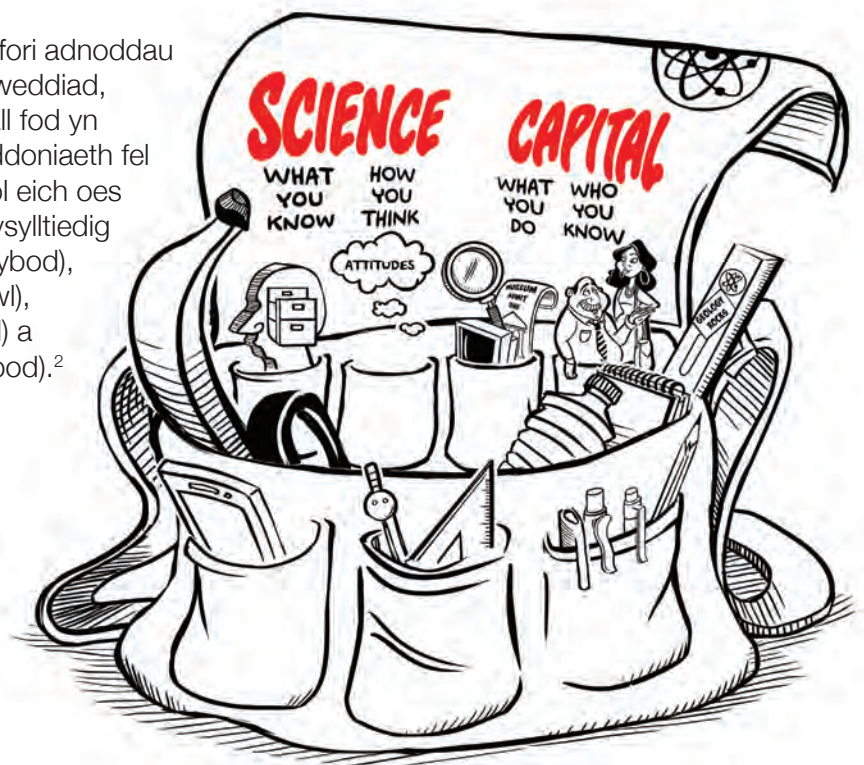
Myfyriwr



2. DEALL Y SYNIADAU

Beth mae cyfalaf gwyddoniaeth yn ei olygu?

Mae cyfalaf gwyddoniaeth yn ymgorffori adnoddau cysylltiedig i wyddoniaeth a'u hymarweddiad, neu agweddau a ffordd o feddwl. Gall fod yn ddefnyddiol i feddwl am gyfalaf gwyddoniaeth fel bag fyddwch chi'n ei gario trwy gydol eich oes sy'n cynnwys eich holl wybodaeth cysylltiedig i wyddoniaeth (beth ydych chi'n ei wybod), agweddau (beth ydych chi'n ei feddwl), profiadau (beth ydych chi'n ei wneud) a chysylltiadau (pwy ydych chi'n adnabod).²



Mae'r cysyniad o gyfalaf gwyddoniaeth yn adeiladu ar waith y cymdeithasegydd Pierre Bourdieu (1977, 1984, 1986, 1990) a'i theorïau o gyfalaf, ymarweddiad a maes.

Cyfeiria **Cyfalaf** at yr adnoddau cymdeithasol, diwylliannol ac economaidd a all fod gan unigolyn ac y gall ddefnyddio i 'symud ymlaen' mewn bywyd.

Cyfeiria **Ymarweddiad** at agweddau, anianawd a ffyrdd o feddwl a gafaellir trwy brofiadau cymdeithasol yn y cartref, yn y gymuned ac yn yr ysgol. Mae ymarweddiad yn rhoi teimlad

unigol i'r byd, fel beth a ystyrir i fod yn bosibl, ddymunol a dirnadwy.

Mae ymarweddiad a chyfalaf yn bodoli ac yn gwneud synnwyr o fewn maes penodol yn unig.

Mae **Maes** yn cwmpasu nid yn unig y lleoliad ffisegol, ond hefyd yr amrywiaeth o gysylltiadau cymdeithasol, disgwiliadau a chyfluoedd mewn amgylchedd benodol. Mae maes yn chwarae rôl allweddol gan ei fod yn pennu os yw adnoddau a ffordd o feddwl unigolyn wedi eu gwerthfawrogi.

² Archer et al., 2015; Archer et al., 2016a; Dewitt, Archer, a Mau, 2016

Wyth dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth

Gellir grwpio cyfalaf gwyddoniaeth myfyriwr i wyth dimensiwn:

- 1. Llythrennedd gwyddonol:** gwybodaeth a dealltwriaeth myfyriwr gwyddoniaeth a sut mae gwyddoniaeth yn gweithio. Mae hyn hefyd yn cynnwys ei hyder o ran teimlo ei fod yn gwybod am wyddoniaeth.
- 2. Agweddau, gwerthoedd ac anianawd cysylltiedig i wyddoniaeth:** i ba raddau mae myfyriwr yn gweld gwyddoniaeth fel rhywbeth perthnasol i'w fywyd beunyddiol.
- 3. Gwybodaeth am natur drosglwyddadwy gwyddoniaeth:** deall defnydd a gweithrediad eang sgiliau, gwybodaeth a chymwysterau gwyddonol.
- 4. Defnydd o'r cyfryngau gwyddoniaeth:** i ba raddau mae myfyriwr yn ymgysylltu gyda chyfryngau cysylltiedig i wyddoniaeth, yn cynnwys teledu, llyfrau, cylchgronau a chynnwys y rhyngrwyd.
- 5. Cyfranogiad mewn cyd-destunau dysgu gwyddoniaeth tu allan i'r ysgol:** pa mor aml mae myfyriwr yn cymryd rhan mewn cyd-destunau dysgu gwyddoniaeth anffurfiol, fel amgueddfeydd gwyddoniaeth, clybiau a ffeiriau gwyddoniaeth.
- 6. Sgiliau, gwybodaeth a chymwysterau gwyddonol teuluol:** i ba raddau mae gan deulu'r myfyriwr sgiliau, cymwysterau, swyddi a diddordebau cysylltiedig i wyddoniaeth.
- 7. Adnabod pobl mewn rolau sy'n gysylltiedig i wyddoniaeth:** y bobl mae'r myfyriwr yn eu hadnabod (mewn modd ystyrlon) ymysg ei deulu, ffrindiau, cyfoedion a chylchoedd cymunedol sy'n gweithio mewn rolau cysylltiedig i wyddoniaeth.
- 8. Siarad am wyddoniaeth mewn bywyd beunyddiol:** pa mor aml mae myfyriwr yn siarad am wyddoniaeth gyda phobl allweddol yn ei fywyd (e.e. ffrindiau, brawd neu chwaer, rhieni, cymdogion, aelodau'r gymuned).

Gall cyfalaf gwyddoniaeth helpu esbonio gwaith ymgysylltu a chyfranogir gwyddonol

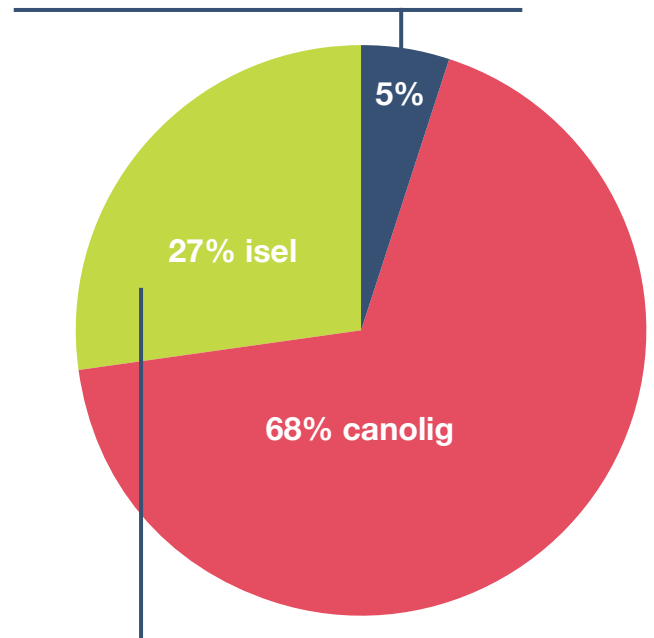
Datblygwyd y cysyniad o gyfalaf gwyddoniaeth gyntaf yn y prosiect ASPIRES, astudiaeth arhydol deng mlynedd o ddyheadau gwyddoniaeth a gyrfa pobl ifanc (rhwng 10-18 oed).³

Canfu arolwg cenedlaethol⁴ o 3,658 o bobl ifanc rhwng 11 a 15 oed fod gan 5% lefelau uchel o gyfalaf gwyddoniaeth, roedd gan 68% lefelau canolig a 27% lefelau isel o gyfalaf gwyddoniaeth.

Po fwyaf o gyfalaf gwyddoniaeth sydd gan bobl ifanc, y mwyaf tebygol maent i fod yn awyddus i ddilyn gyrfa mewn gwyddoniaeth yn y dyfodol. Maent hefyd yn fwy tebygol o gytuno fod pobl eraill yn eu hystyried i fod yn 'wyddonol'.

Nid yw pobl ifanc sydd â lefelau isel o gyfalaf gwyddoniaeth yn debygol o ystyried eu hunain i fod yn 'wyddonol', ac maent yn llai tebygol o ddyheu i astudio gwyddoniaeth yn y dyfodol. Mae'r rhai nad ydynt yn ystyried gwyddoniaeth i fod yn ystyrlon a pherthnasol iddynt yn ei chael yn fwy anodd ymgysylltu gyda'r pwnc.⁵

Mae gan 5% o bobl ifanc lefelau uchel o gyfalaf gwyddoniaeth



Mae gan 27% o bobl ifanc lefelau isel o gyfalaf gwyddoniaeth

³ ASPIRES 2 website; Archer et al., 2013; Archer a DeWitt, 2017

⁴ Archer et al., 2015

⁵ Archer, yn y wasg; Archer et al., 2017a; Calabrese Barton et al., 2012; Carlone, Scott a Lowder, 2014

Mae rhai mathau o gyfalaf gwyddoniaeth wedi eu cydnabod fwy nag eraill

Gall athrawon wneud gwahaniaeth i ymgysylltiad myfyriwr trwy adnabod a gwerthfawrogi cyfalaf gwyddoniaeth presennol myfyrwyr.

Mae gan rai myfyrwyr hobiau sy'n gysylltiedig â gwyddoniaeth nad ydynt yn cael eu cydnabod gan eraill ac nad ydynt yn cael eu trosi i'w defnyddio yn y dosbarth. Mae hyn yn cyfyngu ar eu cyfleoedd i ymgysylltu â gwyddoniaeth.

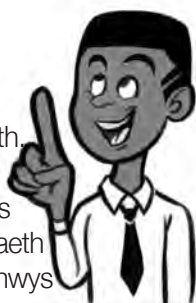
Alfie, 12 oed

Mae Alfie yn fyfyrwr blwyddyn 8. Mae'n dyheu i fod yn DJ neu gynhyrhydd cerddoriaeth, ac nid oes ganddo ddiddordeb mewn parhau gydag addysg ôl-16 oed.

Yn yr ysgol, mae Alfie yn y dosbarth gwyddoniaeth set isaf ac mae ei athro yn ei ystyried i fod wedi datgysylltu o wyddoniaeth. Mae Alfie yn meddwl bod gwyddoniaeth 'ddim iddo fo', ac mae'n dweud nad yw'n adnabod unrhyw un sy'n gweithio mewn swydd sy'n defnyddio gwyddoniaeth ac nad yw byth yn cymryd rhan mewn unrhyw sy'n ymwneud â gwyddoniaeth ei hun.

Mae tad Alfie yn rhedeg cwmni digwyddiadau bach, ac yn aml bydd Alfie yn ymuno ag o ar y penwythnosau. Mae Alfie yn gyfrifol am osod yr offer disco symudol a sicrhau bod y cylchedau wedi eu gosod yn iawn ac nad yw'r ffiwsys wedi eu gorlwytho.

Mae gwybodaeth a sgiliau helaeth Alfie yn rywbeth nad yw wedi ei gydnabod yn ei wersi gwyddoniaeth. Ychydig iawn o gyfleoedd sydd ganddo i rannu ei gyfalaf ac nid oes unrhyw gyswllt rhwng ei ddealltwriaeth ymarferol o offer technegol a chynnwys gwersi gwyddoniaeth.



Trwy weithredu'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth, mae athrawon wedi gallu gwella'r modd maent yn 'pwysoli' profiadau, sgiliau a diddordebau myfyrwyr i gefnogi a hybu eu hymgysylltiad â gwyddoniaeth.

Sabiya, 13 oed

Mae Sabiya yn fyfyrwr blwyddyn 9. Dydy hi ddim yn siŵr beth mae hi am wneud pan fydd yn oedolyn, a dydy hyn ddim yn rhywbeth fydd hi byth yn ei drafod adref. Mae'n byw gyda'i thad, ei nain, ei brawd hŷn a dwy chwaer fach.

Mae'n helpu yn tŷ rwy ofalu am ei chwirydd ar ôl ysgol, coginio a glanhau. Mae hefyd yn helpu gyda gardd lysiau ei nain, ble byddant yn tyfu amrywiaeth o berlysiau a llysiau. Wrth arddio, bydd ei nain yn adrodd straeon am y fferm ble cafodd ei magu yn Nhwrci.

Oherwydd y straeon hyn a'i gwaith yn yr ardd, mae Sabiya yn gwybod cryn dipyn am natur, yn arbennig planhigion ac anifeiliaid. Mae wrth ei bod yn yr awyr agored ac yn gallu enwi'r rhan fwyaf o'r planhigion yn yr ardd ac yn y parc lleol yn Saesneg a Thyrcieg.

Yn ddiweddar fe ddysgodd athro gwyddoniaeth Sabiya am ei diddordeb mewn planhigion yn ystod gwersi bioleg, ac mae wedi dechrau defnyddio gwybodaeth Sabiya er lles i'r dosbarth cyfan. Am y tro cyntaf, mae Sabiya yn teimlo fel bod ganddi rywbeth i gyfrannu yn ei dosbarth gwyddoniaeth.



Ymgysylltu myfyrwyr gyda gwyddoniaeth – pam ei fod yn amrywio?

Llunnir ymgysylltu myfyrwyr gan beth mae myfyrwyr yn ddod gyda nhw (eu diddordebau, anianawd, profiadau blaenorol) a beth a ddisgwylir, cefnogir a gwerthfawrogir yn yr ystafell ddosbarth wyddoniaeth.

Ar gyfer rhai myfyrwyr, bydd gwyddoniaeth ysgol yn gyfarwydd a chyfforddus iawn, tra ar gyfer eraill bydd yn beth pell a hyd yn oed ynysig.

Fflam loyw ymgysylltiad myfyriwr gyda gwyddoniaeth

Gellir defnyddio'r gyfatebiaeth o fflam loyw i feddwl am ymgysylltiad myfyriwr gyda gwyddoniaeth a rôl y cyd-destun cymdeithasol. Er nad yw'r gyfatebiaeth yn gwbl wyddonol, mae'n helpu arddangos cymhlethdod ymgysylltiad myfyriwr.

- Mae'r fflam yn cynrychioli ymgysylltiad myfyriwr gyda gwyddoniaeth. Bydd pa mor dda mae'n llosgi neu os yw'n crynu neu'n gyson yn amrywio ar draws cyd-destunau ac amser.
- Mae'r gannwyll yn cynrychioli agweddau, anianau a chyfalaf myfyriwr.
- Gellir cael y gwres i sbarduno'r fflam gan athro neu ddigwyddiad gwyddoniaeth.



Dengys tystiolaeth ymchwil fod y dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn ffordd effeithiol i wella ymgysylltiad myfyrwyr gyda gwyddoniaeth trwy helpu'r holl fyfyrwyr i deimlo'n gyfforddus ac wedi eu gwerthfawrogi yn y dosbarth gwyddoniaeth.⁶

- Yn allweddol, mae yn yr aer, yr amodau a'r amgylchedd sy'n amgylchynu'r gannwyll sy'n pennu os wy'r fflam yn aros ynghyn a pha mor llachar yw ei llewyrch. Ar gyfer kannwyll go iawn, byddai hyn yn cynnwys os oes yna ddigon o ocsigen neu os yw'r gwynt yn rhy gryf. Yn y gyfatebiaeth hon, yr amrywiaeth o ddisgwyliadau a chyfleoedd sydd ar gael i fyfyriwr, a p'un a yw adnoddau a ffordd o feddwl myfyriwr wedi eu gwerthfawrogi, sy'n bwysig.

Ar gyfer adnoddau y mae eu hadnoddau, profiadau ac anianawd wedi eu gwerthfawrogi a chefnogi yn yr ystafell ddosbarth wyddoniaeth, bydd fflam ymgysylltiad yn llosgi'n llachar ac yn gyson.

Efallai na fydd y rhai ble nad yw eu hadnoddau, profiadau ac anianawd wedi eu gwerthfawrogi yn teimlo cysylltiad gyda'r gwarsi ac, o ganlyniad, efallai y bydd fflam ymgysylltu yn ei chael yn anodd i losgi.

⁶ Archer et al., 2017b

Fflam gryf neu wan? Ymgysylltu myfyrwyr gyda gwyddoniaeth

Joshua, 11 oed

Ynghylch Mae mam Joshua yn gweithio fel technegydd labordy a'i dad fel peiriannydd. Mae ganddynt obeithion mawr i Joshua astudio mewn prifysgol a chael swydd dda. Mae Joshua yn meddwl fod gwyddoniaeth yn bwysig ar gyfer bywyd pob dydd ac mae'n gobeithio bod yn ddyfeisiwr. Mae'n darllen llyfrau gwyddoniaeth yn rheolaidd ac yn gwyllo fideos yn ymwneud â gwyddoniaeth ar YouTube, ac mae'r teulu yn aml yn ymweld ag amgueddfeydd ar benwythnosau ac yn y gwyliau. Felly, mae gan Joshua gyfalaf gwyddoniaeth uchel.

Mewn gwersi gwyddoniaeth mae Joshua yn hyderus ac yn arddangos ei ddealltwriaeth o wyddoniaeth yn groch. Mae hyn yn denu sylw ei athrawon gwyddoniaeth a'i gyfoedion, sy'n cytuno fod Joshua yn 'wyddonol' ac y bydd fwy na thebyg yn dilyn gyrfa wyddonol yn y dyfodol. Mae ei athrawon yn amlwg yn gwerthfawrogi ei gyfraniadau, sy'n rhoi atgyfnerthiad pellach i'w synnwyr fod gwyddoniaeth yn bwnc addas iddo.

Ymgysylltiad Joshua gyda gwyddoniaeth

Mae gan Joshua yr adnoddau 'cywir' ac mae'n ymddwyn yn unol â disgwyliadau ei athrawon. Mae maes gwyddoniaeth ysgolion yn dathlu cyfranogiad weithredol a gweledol. Nid dim ond gwybodaeth ac ymddygiad Joshua *per se* sy'n sicrhau ei lwyddiant, ond hefyd aliniad gwybodaeth ac agweddau o'r fath gyda disgwyliadau'r ystafell ddosbarth. Mae ei fflam ymgysylltu yn llosgi'n hawdd mewn gwersi gwyddoniaeth.



Tracey, 12 oed

Ynghylch Mae mam Tracey yn gweithio fel glanhawr ac mae ei thad yn fecanic ceir. Does neb o'i theulu estynedig erioed wedi bod i'r brifysgol ac mae Tracey yn nodi bod ei mam yn aml yn ei rhybuddio y gallai'r brifysgol fod yn brofiad anodd. Mae Tracey yn gobeithio bod yn enwog, er mae hefyd yn sôn am o bosibl weithio gydag anifeiliaid, efallai fel nyrs filfeddygol. Pan ofynnir iddi am ei gwybodaeth o anifeiliaid ac iechyd anifeiliaid, dywed nad yw hyn yn cyfrif fel gwyddoniaeth. Er gwaethaf rhywfaint o ddiddordeb mewn gwyddoniaeth, mae sgôr cyfalaf gwyddoniaeth Tracey yn gymharol isel.

Mewn gwersi gwyddoniaeth Anaml iawn fydd Tracey yn ateb cwestiynau'r athro. Mae'n dueddol o eistedd yn y cefn ac n sgwrsio gyda grŵp o'i ffrindiau, gan arwain at gerydd am ymddygiad aflonyddgar. Pan fydd yn ceisio cyfrannu'n achlysurol i drafodaethau, y aml bydd y myfyrwyr eraill yn tynnu ei choes am ddefnyddio terminoleg anghywir. Mae'r cyfuniad o'r profiadau hyn wedi gwneud i Tracey feddwl nad yw gwyddoniaeth yn addas iddi hi. Mae'n bwriadu rhoi'r gorau i wyddoniaeth cyn gynted â phosibl.

Ymgysylltiad Tracey gyda gwyddoniaeth

Ychydig iawn o danwydd sydd yng nghannwyll Tracey i'w losgi yng nghyd-destun gwyddoniaeth yn yr ysgol. Nid yw ei gwybodaeth na diddordebau yn cael eu hennyn na chydabod yn ei gwersi gwyddoniaeth ac nid yw ei chyfranogiad yn y dosbarth yn cyd-fynd â disgwyliadau'r dosbarth. Nid yw'r maes yn galluogi Tracey i wneud defnydd o'i hadnoddau ac yn aml bydd ei cheisiadau i gyfranogi yn cael eu gwrthod. Prin iawn mae ei fflam ymgysylltu ynghyn ac mae perygl y bydd yn diffodd.



Canlyniadau dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth

Mae mabwysiadu'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth wedi arwain at fanteision ar gyfer myfyrwyr ac athrawon.⁷

Manteision y dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth i fyfyrwyr

Ceir tystiolaeth i ddangos fod y dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth:

- Yn gwella dealltwriaeth a galw i gof myfyrwyr o gynnwys gwyddoniaeth.
- Yn helpu myfyrwyr i deimlo fod gwyddoniaeth yn bersonol berthnasol.
- Yn dwysau gwerthfawrogiad myfyrwyr o wyddoniaeth.
- Yn ehangu a chynyddu ymgysylltiad myfyrwyr gyda gwyddoniaeth mewn gwersi.
- Yn gwella ymddygiad myfyrwyr yn ystod gwersi gwyddoniaeth.
- Yn cynyddu'r gyfran o fyfyrwyr sy'n gweld eu hunain fel 'gwyddonol'.

“ Mae mwy o fyfyrwyr yn gwneud mwy o waith ac mae llai o amhariad. Mae yna fwy o ddiddordeb. ”
Athro

“ Dwi'n meddwl ei fod yn eithaf cŵl, oherwydd rydych chi'n meddwl amdano: 'O ie, mae hynny'n gysylltiedig i fy mywyd' a wedyn, 'Mi wna i gofio hynny nawr'. ”
Myfyriwr

“ Mae cael myfyrwyr sydd nid yn unig yn tynnu ymlaen, ond hefyd yn cyfrannu, yn foddhaus i mi fel athro. ”
Athro

“ Dwi'n meddwl ei fod yn fwy diddorol oherwydd mae'n rhoi syniad i chi o ble gallai gwyddoniaeth godi mewn bywyd beunyddiol. ”
Myfyriwr

⁷ Adroddwyd manteision gan athrawon a myfyrwyr trwy gyfweiliadau a grwpiau trafod, ac fe'u gwelwyd mewn arolygon myfyrwyr, arsylwadau yn y dosbarth ac amrywiaeth o fesurau atodol, fel data ymddygiad a chyrhaeddiad a gasglwyd gan athrawon oedd yn cymryd rhan. Gweler King et al., 2015; Archer et al., 2017b, King a Nomikou 2017.

Mae'r gwyddoniaeth yr wyf yn ei ddysgu yn yr ysgol yn berthnasol i'm bywyd beunyddiol (tu allan i'r ysgol).



Dechrau'r flwyddyn - 26.2%



Diwedd y flwyddyn - 35.8%

Mae fy athro gwyddoniaeth yn fy adnabod yn dda.



Dechrau'r flwyddyn - 11.9%



Diwedd y flwyddyn - 27.0%



Manteision y dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth i athrawon

Yn ogystal â manteision addysgu myfyrwyr sydd wedi ymgysylltu mwy, mae nifer o athrawon yn sôn am newidiadau positif i'w hunaniaeth broffesiynol eu hunain ac i'r teimlad o ddiben fel athrawon. Maent yn credu fod y dull wedi creu cyfleoedd i fod yn fyfyrwr ac i herio'r *sefyllfa bresennol*, ac yn disgrifio teimlad cynyddol o ddiben ac effaith.

“*Dydych chi ddim yn eu pledu efo gwybodaeth. Rydych chi'n eu denu gyda phethau maent yn eu deall, sy'n berthnasol iddynt. Mae hyn yn gwneud y gwersi'n fwy diddorol ac yn fwy llwyddiannus.*”
Athro

“*Cyn ymuno â'r prosiect, roeddwn i ychydig yn llai creadigol gyda'r gwersi. Roeddwn i wedi dechrau bodloni ar wneud beth oedd angen. Mae gwneud cyfalaf gwyddoniaeth wedi fy ngalluogi i fod yn greadigol eto, ac i newid pethau yn fy ngwersi.*”
Athro

A large, stylized red opening quotation mark.

*Mae'n uno pobl. Mae gan
bawb rywbeth i'w ddweud, yn
hytrach na dim ond un
neu ddau o bobl yn
gwybod yr ateb.*

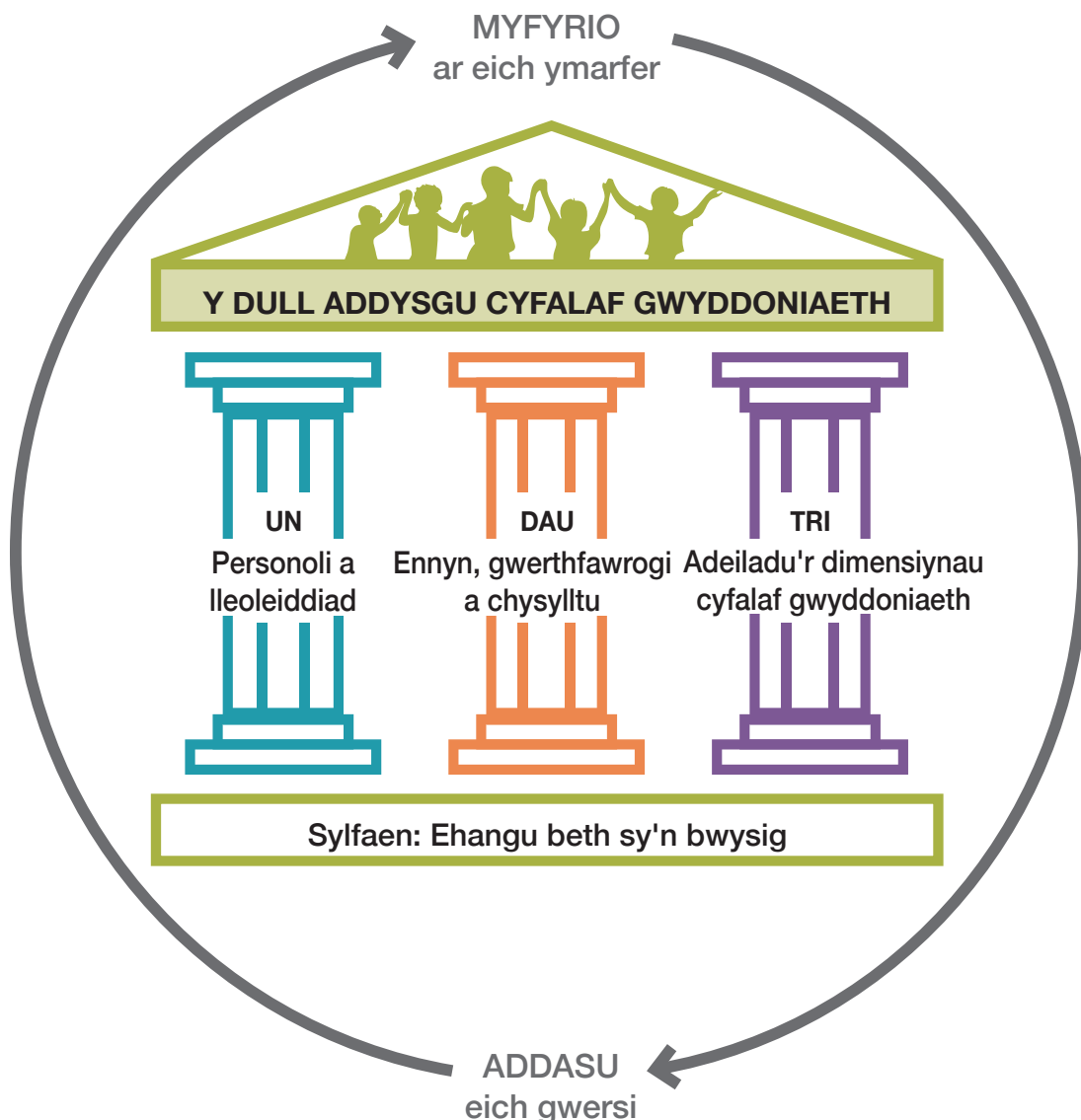
Myfyriwr

A large, stylized teal closing quotation mark.

3. Y DULL ADDYSGU CYFALAF GWYDDONIAETH

Mae'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn seiliedig ar y sylfaen o *ehangu beth sy'n bwysig* a'r tair colofn: *personoli a lleoli, ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu ac adeiladu'r dimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth*.

Mae'r her o sut i ymgysylltu â phob myfyriwr yn bryder addysgol hirsefydlog – nid dim ond mewn gwyddoniaeth, ond ar draws pob pwnc. Fodd bynnag, gall diwylliant hanesyddol gwyddoniaeth (er enghraifft, barnau poblogaidd o wyddonwyr fel gwyn, gwrywaidd a dosbarth canol) olygu fod problemau ymgysylltu wedi eu dwysau. Er bod hyn yn her barhaus, mae'r dystiolaeth yn dangos y gall athrawon gwyddoniaeth unigol wneud gwahaniaeth yn eu hystafelloedd dosbarth eu hunain.





*Dwi'n meddwl bod yna fwy
o ymgysylltu gan fyfyrwyr ...
yn arbennig gan fyfyrwyr nad
ydynt fel arfer yn cyfrannu
mewn gwersi.*

Athro



SYLFAEN: Ehangu beth sy'n bwysig



Pan fyddwn ni'n meddwl am yr anawsterau mae myfyrwyr yn wynebu, rydym yn dueddol o ganolbwyntio ar sut y gallent ymdopi gyda chysyniadau gwyddoniaeth anodd. Ond mae rhai myfyrwyr yn wynebu rhwystrau cyn dechrau ymrafael gyda'r cynnwys. Maent yn ei chael yn anodd ymgysylltu gyda gwyddoniaeth. Maent yn teimlo'n bell i ffwrdd o wyddoniaeth a ddim yn ystyried eu hunain yn 'wyddonol'. Nid ydynt yn teimlo y gallant gymryd rhan yn y dosbarth.

Mae ehangu beth sy'n bwysig yn cynnwys creu llefydd ble mae pob myfyriwr yn teimlo y gall gynnig cyfraniadau o'i brofiadau, diddordebau a hunaniaethau ei hun, gan wybod y bydd yn cael ei werthfawrogi.

Mae'r egwyddor sylfaenol hon yn sail i ymarfer athrawon. Mae'n feddylfryd sy'n canolbwyntio ar gydnabod yr amrediad ehangach o brofiadau, sgiliau ac ymddygiadau fel bod â lle cyfreithlon yn yr ystafell ddosbarth wyddoniaeth.

Mae'r egwyddor hwn yn cydnabod pwysigrwydd maes: sut mae'r amgylchedd a disgwyliadau addysgu wedi eu llunio. Mae maes yn pennu pa mor dda mae myfyrwyr yn gallu 'dod ymlaen' yn yr ystafell ddosbarth.



Mae athrawon yn ehangu beth sy'n bwysig trwy:

- Sefydlu rheolau sylfaenol ble mae cyfraniadau pob myfyriwr wedi eu croesawu a pharchu.
- Adolygu cyfranogiad myfyrrwyr yn rheolaidd a sicrhau nad yw myfyrrwyr penodol yn arglwyddiaethu dros eraill neu'n eu hatal rhag siarad.
- Creu cyfleoedd i fyfrrwyr fynegi eu hunain mewn ffyrdd sy'n gyfforddus iddynt.
- Amlygu natur wyddonol gwahanol fathau o gyfraniadau.
- Siarad am wahanol fathau o bobl sy'n gweithio mewn gwyddoniaeth neu swyddi cysylltiedig i wyddoniaeth, gan arddangos enghreifftiau ar y waliau.
- Helpu ehangu barnau myfyrrwyr o beth sy'n cyfrif fel gwneud gwyddoniaeth yn yr ystafell ddosbarth – fel bod chwilfrydedd, holi, rhannu profiadau a chysylltu i wyddoniaeth trwy brofiad personol wedi ei werthfawrogi. Mae'n fwy na dim ond cael yr ateb yn iawn.
- Herio'r ystrydeb fod gwyddoniaeth ar gyfer mathau penodol o fyfrrwyr yn unig.
- Trafod ffyrdd i annog mwy o fyfrrwyr i gymryd rhan gyda chydweithwyr yn rheolaidd.



Ehangu beth sy'n bwysig yn ymarferol: cipolwg o wersi wyddoniaeth

Mae dosbarth Ms Tang yn aml yn fywiog ac mae'n gofyn llawer o gwestiynau agored, ble nad oes angen dealltwriaeth wyddonol flaenorol i ateb rhai ohonynt.

Pan fydd yn gofyn cwestiwn, mae nifer o fyfyrwyr yn codi eu llaw. Maent yn hyderus i 'roi cynnig arni'. Dydyn nhw byth yn ofni y bydd eu hateb yn anghywir. Dydyn nhw ddim yn ofni na fydd yr athro yn cymeradwyo oherwydd ateb anghywir neu gellweirio gan gyfoedion. Yn wir, mae Ms Tang yn pwysleisio'n rheolaidd fod 'croeso i bob cyfraniad'.

Mae Ms Tang wedi creu amgylchedd yn y dosbarth ble mae cyfraniadau myfyrwyr yn cael eu croesawu a pharchu.

Mae Ms Tang yn croesawu cyfraniadau gan gymaint o fyfyrwyr â phosibl ac yn nodi eu hymatebion ar y bwrdd ar gyfer trafodaethau pellach. **Mae'n sicrhau ei bod yn dychwelyd at gyfraniadau'r myfyrwyr yn ddiweddarach yn y wers.**

Mae Ms Tang yn ceisio sicrhau bod cymaint o fyfyrwyr â phosibl yn cyfrannu ac nad oes unrhyw un yn dominyddu.

Yn ogystal â sylwadau croesawgar, mae Ms Tang weithiau'n gwahodd unigolion i ddisgrifio eu profiad ac arbenigedd mewn maes penodol. Ar ddechrau'r flwyddyn, treuliodd Ms Tang wers neu ddwy yn dysgu am ddiddordebau a chefnidiroedd ei myfyrwyr.

Mae'n gwybod, er enghraifft, fod tad Connor yn fecanic a bod Connor yn awyddus i'w ddilyn yn yr yrfa hon. Yn ystod gwersi ar hydrocarbonau **mae'n cyfeirio'n rheolaidd at y diwydiant ceir a rôl pobl fel tad Connor o ran monitro allyriadau o beiriannau.** Mae'n amlygu sut mae gwirio allyriadau yn cyfrannu at ofalu am yr amgylchedd trwy gadw ceir yn effeithiol. **Mae'n gwahodd Connor i rannu pethau eraill mae wedi dysgu o helpu ei dad yn y garej.**

Mae Ms Tang n sôn am bobl mae'r dosbarth yn eu hadnabod sy'n gweithio mewn swyddi cysylltiedig i wyddoniaeth.

Mae Ms Tang yn amlygu natur wyddonol cyfraniadau'r myfyrwyr.

Trwy wneud mân newidiadau i'w gwersi, fel cael cwestiynau agored, croesawu pob ymateb ac amlygu profiadau ei myfyrwyr, mae Ms Tang wedi creu amgylchedd groesawgar a chefnogol ble mae myfyrwyr yn teimlo wedi eu cydnabod a gwerthfawrogi am eu cyfraniadau.

Ymarferion



Ystyried ymgysylltu yn eich dosbarth gwyddoniaeth

Meddylwch am un o'ch dosbarthiadau gwyddoniaeth:

- A oes yna fyfyrwyr yn y dosbarth a allai fod yn teimlo nad yw gwyddoniaeth ar eu gyfer nhw?
- A ydych chi'n gweld unrhyw batrymau o ran pwy sy'n cymryd rhan—a sut—yn ystod gwersi?
 - A oes gwahaniaethau rhwng cyfranogiad bechgyn a merched?
 - A oes gwahaniaethau rhwng cyfranogiad gwahanol grwpiau ethnig?
- Sut mae ymgysylltiad 'da' yn edrych yn y dosbarth yma?
- Pam fod rhai myfyrwyr yn ei chael yn haws nag eraill i gymryd rhan, dangos eu gwybodaeth a chysylltu gyda'r pwnc? Beth sy'n atal eraill rhag gwneud hyn?
- A oes yna fyfyrwyr yr hoffech chi weld yn cymryd rhan yn fwy? Beth ydych chi wedi ei wneud i geisio eu hannog i wneud hyn?



Arsylwi gwersi gyda ffocws ar gyfranogiad ac ymgysylltiad myfyrwyr

Gofynnwch i gydweithiwr arsylwi eich gwersi, gan dalu sylw penodol i sut mae myfyrwyr yn ymgysylltu (neu beidio) gyda gwyddoniaeth yn ystod y wers. Byddai'n gweithio orau i wneud hyn gyda dosbarth ble mae ymgysylltiad myfyrwyr gyda gwyddoniaeth yn amrywiol.

- Pa fyfyrwyr sy'n siarad? Pwy sy'n dawel o hyd? Pwy sy'n ymddangos i fod wedi datgysylltu?
- A oes gwahanol ffyrdd i fyfyrwyr ymgysylltu gyda gwyddoniaeth (trwy gyfraniadau hyderus, gwaith tawel a diwyd, trafod gyda'u cymydog)?
- A oes yna fyfyrwyr sy'n dominyddu y dosbarth? Os felly, sut? Beth mae hyn yn golygu i fyfyrwyr eraill?
- Pa ffactorau sy'n cyfrannu i'r patrymau hyn?

Sut allech chi hwyluso ymgysylltu gyda gwyddoniaeth ar gyfer y gwahanol grwpiau hyn o fyfyrwyr yn eich dosbarth?



Meddwl am rôl yr ystafell ddosbarth gwyddoniaeth

Darllenwch y darn isod am Radha, myfyriwr 11 oed.

Ynghylch Mae gan Radha ddiddordeb mewn gwyddoniaeth, ac mae eisiau bod yn feddyg, gwyddonydd neu gyfreithiwr. Roedd mam Radha yn arfer gweithio fel athro gwyddoniaeth ac mae nifer o'i brodyr a chwiorydd a chefnryd a chyfnitherod yn astudio neu weithio mewn meysydd cysylltiedig i wyddoniaeth ar hyn o bryd. Mae sgysiau am wyddoniaeth yn gyffredin yn ei theulu. Gan fod aelodau o'i theulu yn astudio a gweithio mewn gwyddoniaeth, ynghyd â'i diddordeb yn y pwnc, mae gan Radha sgôr cyfalaf gwyddoniaeth cymharol uchel.

Mewn gwersi gwyddoniaeth Anaml iawn fydd Radha yn dweud gair yn ystod ei gwersi gwyddoniaeth oni bai y bydd athro yn gofyn iddi wneud. Dywed fod grŵp o fechgyn swnllyd yn ei dosbarth yn ei gwneud yn anodd iddi ddweud dim. Er ei bod yn gweithio'n ddiwyd, ni ystyrir Radha i fod yn 'wyddonol' gan ei hathrawon na chyfoedion. Anaml iawn fydd hi'n derbyn cydnabyddiaeth benodol am fod yn fyfyrwr gwyddoniaeth da.

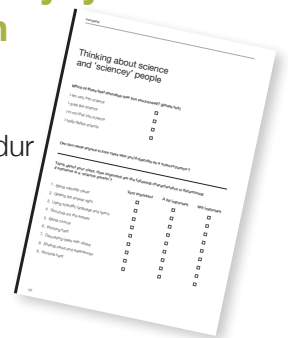
- Sut ydych chi'n meddwl mae Radha yn teimlo am wyddoniaeth?
- A yw maes yr ystafell ddosbarth gwyddoniaeth yn gweithio i Radha?
- Sut allai athro Radha *ehangu beth sy'n bwysig* i alluogi cannyll cyfalaf gwyddoniaeth Radha i losgi'n fwy llachar?



Beth mae myfyrwyr yn ei ystyried i fod yn 'wyddonol'?

Gellir cwblhau hyn trwy holiadur byr (gweler yr holiadur y gellir ei lungopio yn adran 5).

Chwiliwch am batrymau yn yr atebion:



- A oes patrymau clir o ran sut mae myfyrwyr yn ystyried eu hunain, neu pwy a enwir fel y person gwyddoniaeth? Er enghraifft, a oes gwahaniaethau rhwng y bechgyn neu ferched neu rhwng myfyrwyr o wahanol ethnigrwydd?
- Pa fathau o ymddygiadau a nodweddion ydych chi'n gweld eich myfyrwyr yn eu rhestru fel arwyddion o fod yn dda gyda gwyddoniaeth?
- I ba raddau mae myfyrwyr yn dewis datganiadau 1-4 fel dangosyddion pwysig o pa mor 'wyddonol' yw rhywun? Mae'r nodweddion hyn yn cael eu dyfynnu'n aml gan fyfyrwyr, gyda llai o fyfyrwyr yn crybwyll datganiadau 5-9. Beth fyddech chi'n ddweud yw'r nodweddion pwysicaf? Sut fyddech chi'n rhannu eich syniadau gyda'ch myfyrwyr?
- Sut allech chi ehangu barn eich myfyrwyr o beth sy'n cyfrif fel bod yn 'wyddonol', fel eu bod yn gallu adnabod priodweddau eraill (fel y rhai yn natganiadau 5-9) fel bod yn bwysig?

Oes yna unrhyw beth yr hoffech chi ei newid yn eich ymarfer eich hun yn seiliedig ar beth ydych chi wedi ei ddysgu o'r ymarfer hwn?

Os byddwch chi'n ailadrodd yr holiadur ar draws gwahanol grwpiau a gydag amser, a yw'r patrymau yr un fath neu'n wahanol?

Darllen y crynodeb ymchwil: Lladd neu annog chwilfrydedd?

Darllenwch y crynodeb ymchwil papur academaidd: Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London secondary science classrooms.⁸

Mae'r crynodeb hwn yn cyflwyno canfyddiadau ymchwil o astudiaeth o naw o athrawon gwyddoniaeth Llundain Fwyaf a'u myfyrwyr. Edrychodd yr ymchwilwyr ar farnau'r athrawon a myfyrwyr am ymgysylltiad myfyrwyr yn y dosbarth gwyddoniaeth.

Mynegodd yr athrawon set gyffredin o werthoedd, yn arbennig felly bod eisiau i fyfyrwyr ymgysylltu'n ddeallusol (chwilfrydig, datrysyr problemau); cymdeithasol a chydweithredol (ymgysylltu mewn trafodaethau, rhannu gwybodaeth a syniadau); ac yn ddysgwyr hunangyfeiriedig sydd hefyd yn greadigol. Pan ofynnwyd beth oeddynt yn meddwl oedd eu hathro yn ei werthfawrogi mewn myfyrwyr, nododd mwyafrif y myfyrwyr nodweddion tebyg.

Pan ofynnwyd i fyfyrwyr pwy yn eu dosbarth oedd yn berson 'gwyddonol', ar draws yr holl ysgolion a grwpiau oedran yn ddieithriad, fe nodwyd cyfoedion oedd yn ystyried i fod yn ddeallus a chlyfar. Fel yr esboniodd un bachgen ym mlwyddyn 9: 'rhaid i chi gael gwybodaeth gyffredinol, a rhaid i chi fod yr un sy'n codi'ch llaw bob tro.' Yn ddi-ddorol, pan holwyd pwy sy'n berson gwyddonol yn eu dosbarth, dim ond un grŵp trafod (oedd yn bennaf yn ferched) a nododd ferch.

Nododd yr astudiaeth dri 'perfformiad hunaniaeth a ddehllir', neu ffyrdd o ymddwyn a chymryd rhan yn y dosbarth a werthfawrogi:

- deallusrwydd cyhyrog
- cydymffurfiad ymddygiadol
- dysgu blwch ticio

Roedd perfformiad o ddeallusrwydd cyhyrog yn cynnwys 'siarad gwyddoniaeth' mewn ffordd uchel a hyderus, yn bennaf gan fechgyn. Fel yr esboniodd un bachgen, 'mae hyder yn allweddol' i arddangos gwybodaeth. Roedd y perfformiadau hyn ar adegau yn drafferthus ac yn eithrio myfyrwyr eraill oedd yn amharod neu'n analluog i weithredu fel hyn.

Atgyfnerthwyd cydymffurfiad ymddygiadol, gan gynnwys aros i rywun ofyn i chi siarad a pheidio gweiddi, gan athrawon a myfyrwyr. Fodd bynnag, roedd ymddygiad da yn dueddol o fod yn groes i'r perfformiad gwyddonol mwy gweithredol o ddeallusrwydd cyhyrog, ac roedd myfyrwyr oedd yn ymddwyn yn dda ond nad oeddynt yn cymryd rhan yn weithgar, yn peryglu peidio cael eu dehongli fel 'gwyddonol' gan eraill.

Roedd nifer o fyfyrwyr hefyd yn ymwybodol iawn o'r pwys mae ysgolion yn ei roi ar arholiadau. Yn gyffredinol, teimlai athrawon fod arholiadau cyhoeddus pwysig yn creu diwylliant o offeryniaeth, ble roedd myfyrwyr yn gwrthsefyll ymddygiadau yn ymwneud â chwilfrydedd, ac yn hytrach yn canolbwyntio ar beth oedd angen ei wneud i basio arholiadau.

⁸ Archer et al., 2017a

Mae'r tri perfformiad hunaniaeth dominyddol yn cyflwyno goblygiadau heriol ar gyfer ymgysylltu gwyddoniaeth. Maent yn cau cyfleoedd ar gyfer gwahanol fathau o ymddygiad i ddatblygu ac yn atgyfnerthu barhau cul o beth a ystyrir i fod yn 'wyddonol'.

Trafodwch gyda chydweithwyr, neu myfyriwr ar y canlynol:

- Ydych chi'n cytuno gyda'r dynodiad o'r tri ffordd yma o berfformio mewn gwyddoniaeth? Pa gategoriâu o ymddygiad ac ymgysylltiad myfyriwr ydych chi wedi nodi yn eich ystafell ddosbarth?
- Gan feddwl am ddsbarth penodol a ddysgir gennych, allwch chi nodi myfyriwr sy'n ffitio i bob un o'r tri 'perfformiad hunaniaeth a ddethlir' a ddisgrifir yn y crynodeb?
- Sut allwch chi helpu ehangu dehongliadau o beth sy'n cyfrif fel 'gwyddonol' yn eich ystafell ddsbarth?





*Peidiwch â defnyddio cyd-destun
nad yw'n bwysig
i'r plant - gwnewch bopeth
yn bersonol iddyn nhw.*

Athro





COLOFN UN: Personoli a lleoleiddiad

Mae personoli a lleoleiddiad yn golygu gwneud cynnwys gwyddoniaeth yn bersonol berthnasol i fywydau beunyddiol myfyrwyr. Mae'r dull hwn yn mynd tu hwnt i greu cyd-destun i wyddoniaeth – yr allwedd yw i gysylltu'r cynnwys i enghreifftiau a phrofiadau o fywydau'r myfyrwyr eu hunain.

Mae personoli a lleoleiddiad yn helpu myfyrwyr i weld bod eu diddordebau, ac agweddau a phrofiadau yn y cartref ac yn y gymuned, yn berthnasol i bob agwedd o wyddoniaeth. Mae hyn yn eu helpu i sylweddoli bod ganddynt adnoddau sydd wedi eu gwerthfawrogi mewn gwyddoniaeth ac sy'n galluogi i'r fflam ymgysylltu lewyrchu'n fwy llachar.

Mae athrawon yn personoli a lleoleiddio trwy:

- Adeiladu ar eu dealltwriaeth o ddiddordebau, dyheadau, cymunedau lleol a phrofiadau blaenorol eu myfyrwyr.
- Defnyddio enghreifftiau a lleoliadau sy'n gyfarwydd a lleol i fyfyrwyr fel 'bachau' i gynnwys gwyddoniaeth.

Tystiolaeth o ymchwil: Theoriau adeileddwr cymdeithasol

Pam fod cefndir myfyrwyr yn bwysig a gyfer dysgu ac ymgysylltu gyda gwyddoniaeth? Mae theoriau dysgu adeileddwr cymdeithasol yn dadlau fod dysgu wedi ei fewnosod yn ddwfn yn pwy ydyn ni, sut ydyn ni wedi ein cymdeithasu a'r gwahanol amgylcheddau dysgu a ganfyddwn (Vygotsky, 1978). Mae cefndir myfyrwyr yn effeithio nid yn unig ar sut maent yn dysgu, ond hefyd ar beth maent yn ei ddysgu. Dangosodd gwaith arloesol ar sut mae plant yn deall gwyddoniaeth fod camddealltwriaeth a camddechongliadau ynghylch gwyddoniaeth yn aml yn deillio o gamgymhariad rhwng sut roedd plant yn deall y byd a'r modd y dysgwyd gwyddoniaeth mewn

ysgolion (Driver, 1989). Mae'n bwysig i athrawon ddeall y syniadau mae myfyrwyr yn eu cyfrannu i ystafelloedd dosbarth er mwyn dysgu'n fwy effeithiol.

Mae addysgeg adeileddwr cymdeithasol yn amlygu sut mae deall yn cronni wrth i ni adeiladu ar ein profiadau blaenorol. Mae'r dull cyfalaf gwyddoniaeth yn adeiladu ar addysgeg adeileddwr cymdeithasol trwy ddefnyddio syniadau gan Bourdieu (1977, 1984, 1986, 1990) i helpu athrawon i feddwl am beth mae myfyrwyr yn ei gyfrannu i'r ystafell ddosbarth o ran gwybodaeth flaenorol, diddordebau, ffyrdd o feddwl a'u cefndiroedd cymdeithasol diwylliannol, teulu a ffrindiau.

Personoli a lleoleiddiad ar waith: cipluniau o wersi gwyddoniaeth

Enghraifft Un

Mewn gwersi adolygu, mae Ms Amos yn gosod y cefndir canlynol: **‘Dychmygwch eich bod yn ymarfer ar gyfer cynhyrchiad yr ysgol ar y penwythnos felly mae’r ffreutur ar gau.** Rydych chi'n llwglyd iawn. Rydych chi eisiau prynu bwyd, ond dim ond ychydig o amser sydd cyn bod rhaid bod yn ôl yn y neuadd. Pa le bwyd cario allan ydych chi'n meddwl allech chi ei gyrraedd, o'r ysgol, ymhen 15 munud?’

Mae Ms Amos yn cyflwyno enghraifft mae myfyrwyr yn debygol o fod yn gyfarwydd ag o eu hunain.

Mae'n rhannu delweddau o lefydd cludfwyd lleol poblogaidd ar y sgrin a'u pellter cymharol o'r ysgol.

(Mae'n ymwybodol o pa lefydd cludfwyd mae'r myfyrwyr yn eu mynychu yn dilyn gwersi flaenorol yn gynharach yn y tymor ar faeth, ble trafodwyd eu hoff fwydydd a llefydd bwyta.)

Nid yw Ms Amos yn defnyddio enghreifftiau haniaethol, ond yn hytrach mae'n defnyddio llefydd go iawn, lleol a mater y mae'n gwybod fydd o ddiddordeb i'w dosbarth.

Dywed Ms Amos ‘Sut ydyn ni am ddefnyddio gwyddoniaeth i weithio hyn allan? Rydyn ni'n gwybod y pellteroedd. Mae gennych chi 15 munud cyn bod angen i chi fod yn ôl. Allwch chi fynd yno ac yn ôl mewn pryd?’

Wedi ysgogiad gan Ms Amos, mae'r myfyrwyr yn cofio'r triongl cyflymder/pellter/amser.

Nesaf, mae Ms Amos yn holi: **‘Wyddoch chi pa mor gyflym ydych chi? Pa mor gyflym ydych chi’** gallu cerdded a pha mor gyflym allwch chi redeg?’

Mae Ms Amos yn holi am brofiadau personol myfyrwyr.

Mae'r myfyrwyr yn dechrau cellweirio ei gilydd am pwy sydd fwyaf ffit a chyflym. Dywed Jack y gallai gyrraedd ei hoff siop sglodion mewn pum munud. Mae Ms Amos yn holi: **‘Sut allech chi fesur eich cyflymder? Meddyliwch am unrhyw brofiadau sydd gennych a allai'ch helpu.’**

Mae Ms Amos yn annog myfyrwyr i feddwl am eu profiadau eu hunain a sut allai'r rhain fod yn berthnasol i beth maent yn ei wneud yn y wers.

Mae'r myfyrwyr yn trafod ar eu byrddau. Mae Jenny yn crybwyll mewn dosbarth Addysg Gorfforol diweddar i'w hamserau rhedeg dros 100m gael eu hamseru gan yr athro chwaraeon. Mae'n cofio ei hamser ac yn awgrymu eu bod yn cyfrifo eu cyflymder o hynny.

Wedi'r cyflwynid hwn (sy'n cymryd tua 10 munud), mae'r wersi yn parhau gyda myfyrwyr wedi ymroi i ddatrys amrywiaeth o broblemau cyflymder, pellter ac amser. Mae Ms Amos yn gorffen ei gwrs trwy ofyn i'r myfyrwyr feddwl am sut y gallent ddefnyddio'r wybodaeth hon yn eu bywydau tu allan i'r ysgol. Mae Reese, cadlanc brwdfrydig gyda'r fyddin, yn sôn am bwysigrwydd gwneud cyfrifiadau wrth gynllunio teithiau ac ymarfer symudiadau.

Personoli a lleoleiddiad ar waith: cipluniau o wersi gwyddoniaeth

Enghraifft Dau

Yn flaenorol roedd Mr Michaels wedi gosod gwaith cartref yn gofyn i fyfyrwyr feddwl am effeithlonrwydd ynni yn eu cartref, ac i ofyn i'w hoedolion pa mor ddrud yw'r gwresogi o gymharu â biliau eraill.

Mae Mr Michaels yn gwreiddio'r wers mewn mater a fydd yn bwysig i bob aelwyd.

Yn y wers ganlynol, mae'n gofyn i fyfyrwyr beth a ddysgont. Meddai Shelly: 'Dwi'n byw mewn tŷ heb unrhyw beth ar yr ochr arall, sy'n golygu ei bod yn oerach'. **Mae Mr Michaels yn cytuno ac yn gofyn pwy sy'n byw mewn tŷ ar ben teras, yng nghanol teras, neu mewn fflat (wedi ei amgylchynu gan fflatiau eraill).**

Mae Mr Michaels yn cysylltu'r mater i fywydau myfyrwyr eu hunain, fel y mathau o dai maent yn byw ynddynt.

Mae Mr Michaels yn dangos sleid gyda throsglwyddiad/colled gwres trwy ddrysau, ffenestri a waliau ac yn gofyn 'Beth allwn ni ei wneud i leihau colli gwres? **Allwch chi roi enghreifftiau i mi o beth mae eich rhieni neu rywun rydych yn ei adnabod wedi ei wneud i leihau colled gwres ble rydych chi neu nhw yn byw?'** Mae'r myfyrwyr yn trafod mewn grwpiau bach ac yn cofnodi eu hatebion ar fyrddau gwyn bach cyn adrodd yn ôl i'r dosbarth cyfan.

Mae Mr Michaels yn gofyn i fyfyrwyr am brofiadau o adref.

Mae grŵp Esmé wedi cofnodi gwydriad dwbl, ac mae'n dweud wrth y dosbarth sut a phryd cafodd ei chartref wydriad dwbl yn ddiweddar.

Mae Natasha yn dweud 'Dwi'n byw mewn tŷ eithaf hen, mae yna hyd yn oed le tân sydd heb ei gau'. Mae nhw'n trafod sut fydd tai hŷn yn aml yn llai effeithlon na rhai modern.

Mae modryb Kiara yn adeiladwr. Mae'n dweud ar gyfer pob adeilad newydd, mae cyfreithiau sy'n gofyn i adeiladwyr gynnwys mesurau arbed ynni.

Yna mae Mr Michaels yn annog y dosbarth i ystyried cost gwydriad dwbl neu inswleiddio'r llofft yn erbyn yr arian a arbedir ar filiau gwresogi. **Mae'n rhannu manylion bil gwresogi'r ysgol**, ac mae'r dosbarth wedi ei syfrdanu gan y gost ac eisiau gwybod mwy. Mae'r pwyslais ar eu hysgol eu hunain wedi ennyn diddordeb ac maent oll yn ymddangos i fod yn awyddus i rannu eu barnau—wedi eu hysbysu gan wyddoniaeth yn bennaf—ar pa gamau i'w cymryd.

Mae Mr Michaels yn cyfeirio at ddiddordeb personol a lleol: gwariant eu hysgol.

Mae Mr Michaels yn gofyn i'r dosbarth os hoffent wahodd Rheolwr Eiddo'r Ysgol i wers i drafod sut i leihau'r bil. Mae'r myfyrwyr yn cytuno gyda'r awgrym yma ac yn edrych ymlaen at y drafodaeth.

Ymarferion



Dysgu am fywydau eich myfyrwyr tu allan i'r ysgol

Beth ydych chi eisoes yn ei wybod am fywydau a diddordebau allanol myfyrwyr? Gall treulio amser yn gynnar yn y flwyddyn ar ddod i adnabod diddordebau, cefndiroedd a chyfeiriadau diwylliannol eich myfyrwyr helpu gyda personoli a lleoleiddiad mewn gwrsi dilynol.

“ Mae gwybod ychydig yn fwy am gefndiroedd fy myfyrwyr wedi fy rhoi mewn sefyllfa well i allu cynllunio fy ngwersi. Mae wedi fy helpu i gynllunio ymlaen – dwi'n gallu gweld pa fath o drafodaethau a chwestiynau allai godi. ”

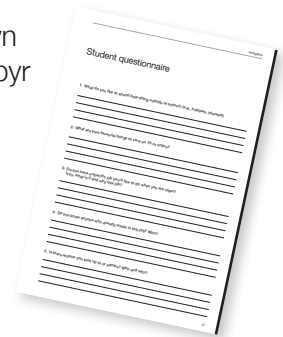
Athro

“ Mae dysgu am fy myfyrwyr wedi fy helpu i ymgysylltu'n well â nhw. Os byddant yn gweld fod gen i ddiddordeb ynddynt, maent yn fwy tebygol o fod eisieu cymryd rhan. Maent yn gweld bod gen i ddiddordeb. ”

Athro

Holiadur myfyrwyr

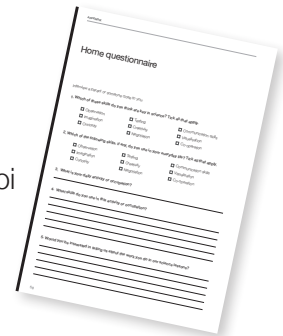
I rai athrawon mae wedi bod yn ddefnyddiol cyflawni holiadur byr fel ffordd o gael gwybod mwy am eu myfyrwyr. Roedd cwestiynau yn cynnwys hobiau, diddordebau a dyheadau ar gyfer y dyfodol. Beth arall hoffech chi ei gynnwys?



Gweler yr Holiadur myfyrwyr y gellir ei lungopio yn adran 5.

Holiadur cartref

Fe weithiodd un o'r athrawon gyda myfyrwyr i gynllunio 'Holiadur cartref', yr aeth y myfyrwyr adref gyda nhw a rhoi i'w rhieni, brodyr a chwirydd hŷn a phobl eraill yn eu bywydau.



Gweler yr Holiadur cartref y gellir ei lungopio yn adran 5.



Dod i adnabod yr ardal leol

Os nad ydych chi eisoes yn gyfarwydd, ceisiwch ddysgu mwy am yr ardal leol o amgylch eich ysgol.

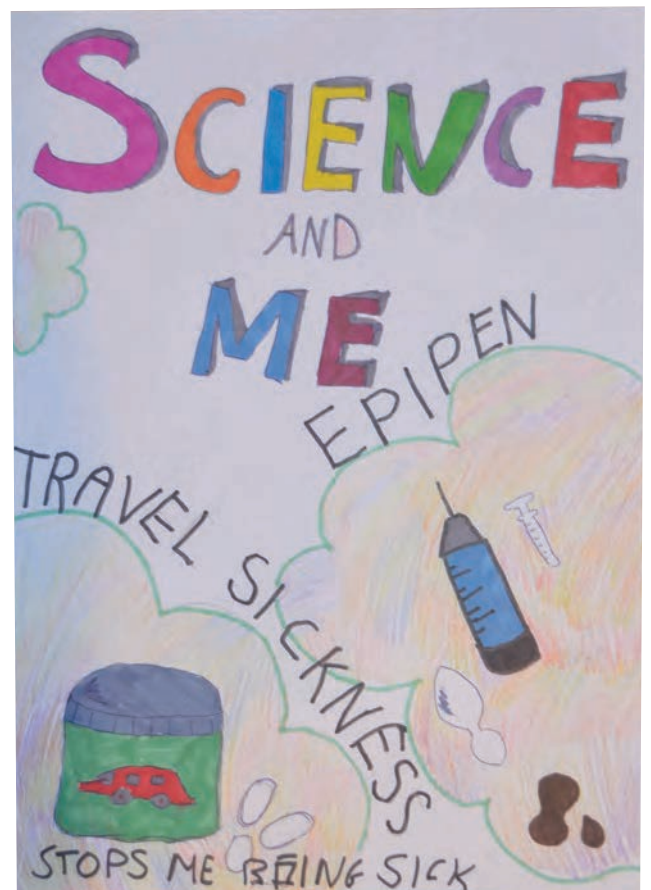
“*Doeddwn i ddim yn gwybod llawer am yr ardal leol – mi fyddwn i'n gyrru i mewn a ddim yn adnabod y dref yn dda o gwbl. Un diwrnod, dyma fi'n cerdded i'r un cyfeiriad â grŵp o blant. Mi wnes i wir weld yr amgylchedd maent yn ei brofi pob dydd.*”
Athro



Gwyddoniaeth ym mywydau pob dydd myfyrwyr

I gael gwell dealltwriaeth o realiti a phrofiadau bywydau pob dydd myfyrwyr:

- Gofynnwch i'r myfyrwyr nodi (neu dynnu lluniau o) unrhyw beth a allai fod yn berthnasol i wyddoniaeth a welant o'r amser pan fyddant yn deffro i pan fyddant yn cyrraedd yr ysgol. Defnyddiwch yr wybodaeth ac/ neu ddeunydd yma mewn gwersi dilynol.
- Gofynnwch i'r myfyrwyr gynllunio poster yn ateb y cwestiwn 'Beth gwyddoniaeth wedi ei wneud i mi?'





*Pan fydd safbwynt plentyn
ar y byd ddim yn cael ei
werthfawrogi na mynegi mewn
lleoliad addysgol, beth ddylen
ni ei ddisgwyl o ran ymgysylltu,
buddsoddiad a dysgu gan
y plentyn hwnnw?*

Yr Athro Angela Calabrese Barton



COLOFN DAU:

Ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu



Gofyn cwestiynau i bennu gwybodaeth flaenorol ac i wirio dealltwriaeth yw bara menyn ymarfer athro.

Ffocws yr ail golofn yn y dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yw i ddefnyddio cwestiynau i ennyn gwybodaeth myfyrwyr gan ddefnyddio profiadau personol, teuluol ac/neu ddiwylliannol. Mae gwerthfawrogi yn cyfeirio at nodi a chydabod y cyfraniadau'n benodol i bwysleisio fod gwybodaeth o'r fath yn berthnasol ac yn werth ei rannu. Mae cysylltu yn ymwneud â chysylltu cyfraniadau a phrofiadau myfyrwyr i agweddau priodol o wyddoniaeth cwricwlwm.

Mae ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu yn cefnogi myfyrwyr i deimlo fod eu syniadau a phrofiadau yn ddilys yn ynghyd-destun gwyddoniaeth. Mae'n helpu myfyrwyr i deimlo y gallant gyfannu a chyfranogi yn yr ystafell ddosbarth gwyddoniaeth. Fel hyn, mae mwy o fyfyrwyr yn teimlo y gall gwyddoniaeth fod yn addas iddyn nhw.

Mae athrawon yn ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu trwy:

- Wahodd myfyrwyr i feddwl am a rhannu eu profiadau eu hunain neu ffyrdd o ddeall.
- Defnyddio cwestiynau agored yn rheolaidd.
- Rhannu enghreifftiau o'u profiadau personol eu hunain i helpu creu amgylchedd ble mae pob math o gyfraniad yn ddilys.
- Dysgu sut i gynnwys myfyrwyr tawel neu swil, fel eu galluogi i weithio mewn parau neu grwpiau bach cyn siarad o flaen y dosbarth cyfan, neu dderbyn cyfraniadau ysgrifenedig.
- Bod yn barod i fynd ar drywydd sylwadau neu gwestiynau gan fyfyrwyr. Gall sylwadau hefyd awgrymu diddordeb personol myfyrwr, a gall fod yn berthnasol i eraill yn y dosbarth.

Tystiolaeth o ymchwil: Cronfeydd gwybodaeth

Mae'r term cronfeydd gwybodaeth yn cyfeirio at yr amrywiol ffynonellau o wybodaeth, sgiliau ac adnoddau diwylliannol a beunyddiol fydd gan aelodau rhaid grwpiau cymdeithasol, a allai fod yn wahanol iawn i'r wybodaeth sydd fel arfer yn ofynnol ac a werthfawrogir mewn ystafelloedd dosbarth gwyddoniaeth (Zipin, 2009; Moll et al., 1992). Er enghraifft, efallai y bydd teuluoedd yn fedrus iawn ym myd amaeth, rheoli cartrefi, coginio ac ati, ond efallai na fydd y mathau hyn o arbenigedd o reidrwydd yn cael eu cydnabod o fewn cwricwlwm yr ysgol ac efallai y byddant yn gronfeydd cudd a digyffwrdd o arbenigedd posibl.

Gwelwyd fod cydnabod amrywiol sgiliau a phrofiadau myfyrwyr yn sail da ar gyfer dulliau cyfiawnder cymdeithasol i addysg (Basu, Calabrese Barton a Tan, 2011). Pan fydd myfyrwyr yn gallu dysgu mewn ffyrdd sy'n gwerthfawrogi a pharchu eu diddordebau, gwybodaeth a chefnidiroedd diwylliannol, maent yn ymgysylltu'n fwy llwyr ac yn teimlo wedi eu grymuso'n fwy i gyfrannu i wersi.

Ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu ar waith: cipolwg o wersi gwyddoniaeth

Enghraifft Un

Mae Mr Lloyd yn holi'r myfyrwyr 'Pam ydyn ni angen protein?'

Mae'r myfyrwyr yn trafod mewn grwpiau bach yn cynnig 'i fod yn gryf', 'i dyfu', 'i gael cyhyrau mawr' 'i gadw'n heini'. Mae'n nodi'r atebion ar y bwrdd gwyn.

Yn sydyn mae Julian yn holi: 'Ydi inswlin yn brotein?'

Mae Julian fel arfer yn swnllyd yn y dosbarth, ac yn anaml yn canolbwyntio. Mae Mr Lloyd yn cydnabod fod y cwestiwn yma'n seiliedig ar wybodaeth o inswlin ac po bosibl driniaeth o ddiabetes.

Mae'n gofyn i Julian ddweud beth mae'n wybod am inswlin ac ar gyfer beth y'i defnyddir.

Mae Mr Lloyd yn cydnabod y gallai fod gan Julian wybodaeth o du allan i'r ysgol ac mae'n ennyn ei gyfraniad.

Meddai Julian: 'Mae gan fy nain diabetes. Mae'n rhaid iddi roi pigiad iddi ei hun yn ei bol gydag inswlin'

Mae Mr Lloyd yn holi Julian: **'Wyt ti'n wybod beth mae'r inswlin yn ei wneud? Pam fod angen i dy nain ei chwistrellu?'**

Mae Mr Lloyd yn ennyn ymhellach. Trwy hyn, mae'n gwerthfawrogi gwybodaeth Julian o diabetes ac inswlin.

Mae Julian yn ateb gyda balchder ymddangosiadol ei fod yn gwybod yr ateb:

'Mae'n cymryd gofal o'r siwgr yn ei gwaed. Mae'r rhan fwyaf yn ei wneud yn naturiol.

Ond does gan rai pobl ddim inswlin, neu mae ganddyn nhw ormod, neu rywbeth felly.'

Meddai Mr Lloyd: **'Diolch Julian, roedd hynny'n ddi-ddorol iawn.** Ydi, mae ein cyrff yn creu inswlin ac mae'n brotein sy'n rheoleiddio faint o siwgr sydd gennym yn ein gwaed. Mae gormod, neu ddim digon, yn beryglus. Os bydd gan berson diabetig y swm anghywir fe allai gwmpo.'

Wrth groesawu sylwadau Julian a diolch iddo am ei gyfraniad, mae Mr Lloyd yn gwerthfawrogi ei gyfraniad. Yn ogystal, mae'n cysylltu cynnwys gwyddonol pellach i sylw Julian.

Mae gweddill y wers yn trafod natur proteinau a'u rôl yn ein cyrff. Mae Mr Lloyd yn cyfeirio'n ôl yn rheolaidd at inswlin gan atgoffa myfyrwyr am **'enghraifft Julian yn gynharach'.**

Trwy gyfeirio yn ôl ar gyfraniad Julian, mae Mr Lloyd yn parhau i'w werthfawrogi.

Ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu ar waith: cipolwg o wersi gwyddoniaeth

Enghraifft Dau

I ddechrau'r wers, mae Ms Atkinson yn dangos llun i'r dosbarth o syrfêwr yn defnyddio theodolit. Mae'n gofyn i'r myfyrwyr godi llaw os ydyn nhw wedi gweld rhywun yn defnyddio offeryn fel hyn o'r blaen.

Mae Ms Atkinson yn gweld bod Jonah, sy'n anaml yn dweud unrhyw beth yn ei dosbarth, wedi codi ei law. Mae'n gofyn iddo: 'Ble wyt ti wedi ei weld?'

Mae Ms Atkinson yn ennyn profiadau myfyrwyr o du allan i'r wers wyddoniaeth.

Ateb Jonah yw: 'Dwi wedi gweld y bois sy'n gweithio gyda fy nhad yn eu defnyddio.'

Mae Ms Atkinson yn holi mwy am waith tad Jonah.

Mae Jonah yn esbonio fod ei dad yn reolwr adeiladu. Mae'n dweud ei fod yn meddwl fod yr offeryn yn y llun yn cael ei ddefnyddio i weld os yw'r tir yn lefel cyn dechrau adeiladu.

Mae Ms Atkinson ennyn rhagor o wybodaeth am ddealltwriaeth Jonah o waith ei dad.

Yna mae Ms Atkinson yn diolch i Jonah am ei esboniad ac am rannu ei wybodaeth.

Mae Ms Atkinson yn gwerthfawrogi cyfraniad Jonah trwy ddiolch iddo.

Yna mae'n gofyn os oes gan unrhyw un arall riant neu berthynas neu os ydynt yn adnabod rhywun sy'n weithio ar safle adeiladu. Mae nifer o fyfyrwyr yn codi llaw ac mae ambell un yn rhannu straeon am y bobl hyn a pha waith adeiladu oeddynt yn ymwneud â nhw yn y gorffennol. **Yna mae Ms Atkinson yn defnyddio gwybodaeth y myfyrwyr hyn o'r diwydiant adeiladu i drafod gwahanol fathau o ddeunyddiau—concrid, dur, pren a gwydr—a ddefnyddir yn gyffredin** ac yn dilyn hynny yn arwain trafodaeth yn y dosbarth am eu hamrywiol briodweddau a defnyddiau.

Mae Ms Atkinson yn ennyn cyfraniadau pellach gan fyfyrwyr.

Mae Ms Atkinson yn cysylltu cyfraniadau myfyrwyr i wyddoniaeth (priodweddau gwahanol ddeunyddiau).

Ble bynnag fo'n bosibl, mae'n cyfeirio at gyfraniadau blaenorol ei myfyrwyr, gan gyfeirio yn rheolaidd at, er enghraifft, 'tad Jonah a'i wybodaeth fel adeiladwr'.

Mae Ms Atkinson yn parhau i werthfawrogi cyfraniadau myfyrwyr a sefydlu cysylltiadau penodol i'r cwricwlwm.

Ymarferion



Cwestiynau i ennyn gwybodaeth a phrofiadau blaenorol myfyrwyr

I helpu ennyn gwybodaeth a phrofiadau presennol myfyrwyr, mae rhai athrawon wedi ei chael yn ddefnyddiol defnyddio bonion cwestiynau. Gall y rhain fod yn ddefnyddiol i ofyn cwestiynau agored ble nad oes un ateb cywir. Er enghraifft:

- Pwy sydd eisiau gwybod am ...? (yn cysylltu pwnc i yrfaeodd, hobiau a gweithgareddau dyddiol)
- All unrhyw un ddweud wrtha i am raglen deledu mae nhw wedi ei gweld oedd yn cynnwys ...?
- A oes unrhyw un yn adnabod rhywun sy'n defnyddio'r sgil/gwybodaeth yma bob dydd?
- A oes gan unrhyw aelod o'r teulu sy'n gweithio mewn swydd ble mae angen gwybod am ...?
- Ble ydych chi wedi gweld rhywbeth fel hyn o'r blaen...?
- O'ch gwybodaeth tu allan i'r ysgol, sut fydddech chi'n disgrifio...?

Meddyliwch am bwnc y byddwch chi'n ei addysgu'n fuan. Gan edrych ar y bonion cwestiynau uchod, pa gwestiynau allech chi holi eich myfyrwyr i ennyn eu gwybodaeth a phrofiadau tu allan i'r ysgol? Sut allech chi werthfawrogi eu hymatebion a'u cysylltu i'r cwricwlwm?

Cwestiynau posibl ar gyfer gwerau ar broteinau a maeth:

- Pwy sydd angen gwybod am faeth a bwyta'n dda?
- All unrhyw un ddweud wrtha i am raglen deledu mae nhw wedi ei gweld ar faeth/diet/bwyta'n iach? Beth oedd yn ddweud?
- A oes gan unrhyw aelod o'r teulu sy'n gweithio mewn swydd ble mae angen gwybod am faeth neu'n defnyddio eu gwybodaeth yn eu bywydau beunyddiol? Beth maent yn ei wneud? Pa wybodaeth maen nhw angen?
- Ydych chi'n trafod bwyta'n iach adref? Beth mae eich rhieni/teulu/gofalwyr yn ddweud am hyn?

“ Mae ennyn yn galw am gwestiynu eang, agored, sydd hefyd yn bersonol. Mae angen gofyn i fyfyrwyr am eu profiadau eu hunain, yn hytrach na phethau yn gyffredinol. ”

Athro



Gwerthfawrogi cyfraniadau myfyrwyr

Gellir gwerthfawrogi cyfraniadau myfyrwyr ar wahanol lefelau. Un ffordd i feddwl am hyn i wahaniaethu rhwng gwerthfawrogi 'tenau' (cryno, arwynebol) a 'thrwchus' (estynedig, sylweddol).

Mae **gwerthfawrogi tenau** (llai effeithiol) yn cynnwys achlysuron byr o glod fel 'Da', 'Da iawn', 'Ia, cywir. Iawn, y cwestiwn nesaf yw ...'

Mae **gwerthfawrogi trwchus** (mwy effeithiol) yn galw am gydnabyddiaeth ac adnabyddiaeth mwy sylweddol o gyfraniadau myfyrwyr fel:

- Nodi cyfraniadau myfyrwyr ar y bwrdd a dychwelyd atynt yn ddiweddarach yn y wers neu mewn gwersi yn y dyfodol.
- Gofynnwch i'r myfyrwyr ailadrodd beth a ddwedont o flaen y dosbarth.

Meddylwch am enghreifftiau o werthfawrogi tenau a thrwchus ar draws gwersi diweddar. A oes patrwm? Ydych chi'n dueddol o werthfawrogi mathau penodol o fyfyrwyr neu fathau o gyfraniadau yn fwy? Beth allech chi ei wneud i newid y patrwm hwn?



Blaengynllunio

Mae ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu effeithiol yn sgil sy'n galw am ymarfer a blaengynllunio.

Ystyriwch bwnc neu wers y byddwch yn ei haddysgu yn fuan y byddai myfyrwyr fel arfer yn ei chael yn ddiflas. Defnyddiwch gwestiynau myfyriol isod i gynllunio'r wers.

- Pa fathau o gwestiynau allech chi ddefnyddio i helpu ennyn gwybodaeth a phrofiadau personol myfyrwyr ynghylch y pwnc?
- Pa stori neu hanesyn personol allech chi ei hadrodd am y pwnc i ysgogi cyfraniadau gan fyfyrwyr?
- Gan feddwl am y cyfraniadau posibl hyn gan y myfyrwyr, sut allech chi gysylltu'r rhain i'r cwricwlwm?



*Dwi'n cael myfyrwyr i
siarad gyda rhieni
adref am beth fyddwn
ni'n ei ddysgu.*

Athro



COLOFN TRI: Adeiladu'r dimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth



I helpu myfyrwyr i ychwanegu mwy i'w 'bagiau' cyfalaf gwyddoniaeth, gall athrawon daclo'r wyth dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth ar draws a thrwy gydol y gwersi.

Mae'r rhestr isod yn awgrymu rhai o'r dulliau posibl o gynnwys gwahanol ddimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth mewn addysgu gwyddoniaeth. Pa rai o'r tactegau hyn allech chi ddefnyddio yn eich addysgu eich hun?

Mae athrawon yn adeiladu'r dimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth trwy:

- 1 **Llythrennedd gwyddonol**
 - Cefnogi dealltwriaeth myfyrwyr o wyddoniaeth a sut mae gwyddoniaeth yn gweithio.
- 2 **Agweddau, gwerthoedd ac anianawd cysylltiedig i wyddoniaeth**
 - Trafod gwerth datblygiadau gwyddonol a rôl gwyddoniaeth mewn diwylliant, cymdeithas a'r gymuned leol.
 - Trafod defnydd a chamddefnydd o dystiolaeth wyddonol mewn bywyd beunyddiol – o hawliadau marchnata i newid yn yr hinsawdd.
 - Ehangu'r syniad fod amrediad eang o bobl yn defnyddio sgiliau a chymwysiaidau gwyddonol—er enghraifft, sgiliau ymholi, sgiliau creadigrwydd a dadansoddol.—mewn pob mathau o weithgareddau beunyddiol.
- 3 **Gwybodaeth am natur drosglwyddadwy gwyddoniaeth**
 - Amlygu sgiliau gwyddoniaeth sy'n gysylltiedig â'r amrywiol swyddi y gallai myfyrwyr fod yn dyheu i'w gwneud. Er enghraifft, llunio sgiliau dadansoddol. fel defnyddiol mewn busnes, cyfraith a newyddiaduraeth, yn ogystal ag mewn bywyd dydd i ddydd, megis wrth wneud penderfyniadau ariannol.
- 4 **Defnydd o'r cyfryngau gwyddoniaeth**
 - Annog myfyrwyr i wyllo rhaglenni dogfenol gwyddonol ar y teledu neu ar-lein, neu i ddarllen newyddion sy'n ymwneud â gwyddoniaeth. Gellid trafod hyn a'i ddefnyddio yn ystod gwersi gwyddoniaeth.
- 5 **Cyfranogiad mewn cyd-destunau dysgu gwyddoniaeth tu allan i'r ysgol**
 - Cyfeirio myfyrwyr at gyfleoedd dysgu gwyddoniaeth (am ddim os yn bosibl) yn lleol; trefnu ymweliadau gan yr ysgol; gofyn i fyfyrwyr am weithgareddau a llefydd tu allan i'r ysgol ble maent yn dod ar draws gwyddoniaeth.
 - Cynnal calendr 'beth sy'n digwydd' cyfredol, ble gall myfyrwyr hefyd restru digwyddiadau.
 - Gofyn i'r myfyrwyr am eu harferion tincro, trwsio, crefftau neu artistig yn y cartref. Cysylltu'r rhain gyda chynnwys gwrs ble fo'n berthnasol.

6 Sgiliau, gwybodaeth a chymwysterau gwyddonol teulu

- Cefnogi myfyrwyr i ganfod a chydabod unrhyw sgiliau a gwybodaeth gwyddoniaeth y bydd aelodau eu teulu yn defnyddio yn eu swyddi neu fywydau beunyddiol. (Sylwer, nid oes raid i'r swyddi fod yn rhai gwyddonol!)

7 Adnabod pobl mewn rolau sy'n gysylltiedig i wyddoniaeth

- Gall cyflwyno myfyrwyr i bobl sy'n gweithio mewn proffesiynau cysylltiedig i wyddoniaeth – os yn bosibl, dylid ailadrodd y rhyngweithiau hyn a chynnwys pobl sy'n berthnasol i'r myfyrwyr (er enghraifft, pobl sydd wedi eu magu yn yr ardal, o gefndiroedd diwylliannol tebyg).
- Trefnu i Lysgenhadon STEM ymweld â'r ysgol.
- Trefnu i fyfyrwyr gwyddoniaeth Safon Uwch siarad gyda myfyrwyr iau rhannu eu profiadau o astudio gwyddoniaeth ôl-16.

8 Siarad am wyddoniaeth mewn bywyd beunyddiol

- Gosod tasgau gwaith cartref sy'n annog siarad gyda theulu neu gyfoedion am wyddoniaeth. Y nod yma yw i normaleiddio trafod gwyddoniaeth tu allan i'r ystafell ddsbarth gwyddoniaeth.
-

“Dwi'n sicrhau fy mod yn ymwybodol o unrhyw raglenni dogfennol da ar y teledu. Os ydw i'n canfod fod dim ond un myfyriwr wedi ei wyllo, mae hynny'n fuddugoliaeth.”
Athro

“Dwi'n ceisio dod o hyd i a hysbysebu pethau sy'n digwydd ac sy'n gysylltiedig i wyddoniaeth. Dwi'n cael taflenni ar gyfer digwyddiadau y gall myfyrwyr fynd adref gyda nhw.”
Athro

“Dwi'n cael myfyrwyr i siarad gyda rhieni adref am beth fyddwn ni'n ei ddysgu, er enghraifft, am hysbysebion stopio ymysgu.”
Athro

Tystiolaeth o ymchwil:**Prosiect Gwyddoniaeth Fentergar (King et al., 2015)**

O arsylwadau a chyfweliadau gydag athrawon, fe wyddom fod athrawon yn cydnabod yn reddfodol gyfraniad pob dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth i addysgu gwyddoniaeth. Mae'r dimensiynau yn cyseinio gyda'u dealltwriaeth o'r nifer o agweddau yn effeithio ar ymgysylltiad dysgwyr gyda gwyddoniaeth. Fodd bynnag, ychydig iawn o athrawon a welwyd i fod yn gweithredu'r dimensiynau yn eu hymarfer. Anaml iawn fyddent yn amlygu gwerth gwyddoniaeth ar gyfer arwain at bob mathau o swyddi (dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth 3), yn annog myfyrwyr yn rhagweithiol i nodi a chydabod y gwybodaeth a sgiliau cysylltiedig i wyddoniaeth yn eu teuluoedd eu hunain (dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth 6) neu'n ceisio chwilio am

enghreifftiau o unigolyn sy'n hysbys i fyfyrwyr a allai ddefnyddio gwyddoniaeth yn ei waith beunyddiol (dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth 7).

Gydag ymarfer, daeth athrawon yn fwy hyderus o ran ymgorffori dealltwriaeth teuluol a chymunedol i wyddoniaeth eu gwersi. Roeddynt yn gallu defnyddio profiadau rhieni, gweithwyr proffesiynol lleol a phobl fusnes fel enghreifftiau wrth ddysgu am werth gwyddoniaeth ar gyfer dyfodol myfyrwyr. Fe wnaethant hefyd ddatblygu strategaethau i hyrwyddo sgysiau cysylltiedig i wyddoniaeth tu allan i'r ystafell ddosbarth (dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth 8) ac ymgorffori cyfryngau cysylltiedig i wyddoniaeth (dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth 4).



Adeiladu'r dimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth yn ymarferol: cipolwg o wersi gwyddoniaeth

Enghraifft Un

Yn dilyn gweithgaredd ymarferol (cymharu nodweddion gwrth-microbaidd antiseptig a diheintyddion), dywed Ms Marquez: 'Gwnewch yn siŵr eich bod yn golchi'ch dwylo'n dda. All rhywun ddweud wrtha i pan fod hynny'n bwysig?'

Mae Anita yn crybwyll y gall fod gan y myfyrwyr ficrobau ar eu dwylo a allai achosi afiechyd.

Yna mae Ms Marquez yn gofyn i'r dosbarth cyfan pwy allai fod angen cymryd gofal arbennig wrth olchi dwylo yn rhan o'u bywydau beunyddiol.

Mae Jamie yn dweud bod ei dad yn nyrs a bod rhaid iddo olchi ei ddwylo 'fel hyn', gan arddangos y weithdrefn golchi dwylo meddygol.

Yna mae Ms Marquez yn annog Jamie i rannu mwy am ei wybodaeth o waith ei dad. Mae'n gwrando yn ofalus ar ateb Jamie gan ddweud '**mae'n beth da dy fod yn siarad gyda dy dad am ei waith. Mi fyddi'n dysgu lot o bethau diddorol fel yna.**'

I'r dosbarth cyfan, dywed Ms Marquez '**Mae gwybod am ficrobau yn bwysig ar gyfer nifer o wahanol rolau a rhesymau.**' Mae'n esbonio ei bod yn bwysig i unrhyw un sy'n gweithio mewn lle fel ysbyty, yn cynnwys tad Jamie. Dywed ei bod hefyd yn bwysig i bobl sy'n gweithio yn y diwydiant arlwy.

Nesaf, mae'n holi os oes gan unrhyw un arall enghraifft o sefyllfa ble mae gwybodaeth o ficrobau a'r peryglon posibl maent yn achosi yn bwysig.

— Mae Ms Marquez yn amlygu gwerth siarad gydag eraill, yn cynnwys aelodau'r teulu, ynghylch gwyddoniaeth (dimensiynau 6 a 8).

— Mae Ms Marquez yn trafod pwysigrwydd gwybodaeth am ficrobau ar gyfer nifer o rolau gwahanol (dimensiwn 3).

Dywed Zadie bod ei mam yn gweithio mewn cartref nyrsio. Pan aeth Zadie i weithle ei mam yn y gorffennol, roedd ei mam yn pwysleisio pob tro y dylai olchi ei dwylo'n dda. Mae Ms Marquez yn ailadrodd cyfraniad Zadie ac yn **atgoffa'r dosbarth fod defnydd ymarferol i'r cynnwys a ddysgwyd mewn gwersi gwyddoniaeth ar gyfer pob math o swyddi.**

Mae Ms Marquez yn mynd ei blaen: **'All unrhyw un ddweud wrtha i am unrhyw hysbysebion teledu sy'n gweithio i leihau lledaeniad microbau?'** Mae'n gofyn i'r myfyrwyr drafod mewn paruau. Mae Ralph yn crybwyll ymgyrch 'Daliwch, taflwch, lladdwch' a welodd. Mae rhai o'r myfyrwyr eraill yn nodio – mae nhw'n ei gofio hefyd. Mae Ms Marquez yn gofyn iddo ddisgrifio'r hysbyseb ac yna'n dweud wrth y dosbarth: **'Mae'n wych eich bod yn gwneud y cysylltiadau yma. Gallech chi hefyd ofyn i'ch rhieni neu neiniau a theidiau beth mae nhw'n ei wybod – neu am ymgyrchoedd hysbysebu mae nhw'n eu cofio – ar bwysigrwydd sicrhau nad yw microbau'n lledaenu.'**

Mae Ms Marquez yn amlygu natur drosglwyddadwy sgiliau gwyddoniaeth ar gyfer pob math o waith (dimensiwn 3).

Mae Ms Marquez yn gofyn i fyfyrwyr am eu profiad gyda chyfryngau – ble gallent fod wedi dod ar draws y pwnc hwn (dimensiwn 4).

Mae Ms Marquez yn annog myfyrwyr i drafod y pwnc hwn gyda'u rhieni neu neiniau a theidiau (dimensiwn 8).



Adeiladu'r dimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth yn ymarferol: cipolwg o wersi gwyddoniaeth

Enghraifft Dau

Mewn gwersi adolygu ar ddiwedd y tymor am elfennau, cyfansoddion a chyfuniadau, **mae Mr Campbell yn gofyn i'r dosbarth feddwl am ble allent ddefnyddio elfennau yn y cartref** ac i nodi eu syniadau ar eu byrddau gwyn mini. Mae Mr Campbell yn mynd o amgylch y dosbarth ac yn darllen yn uchel 'mercwri mewn thermomedrau', 'pelenni haearn ar gyfer pysgota', 'tapiau haearn', 'tapiau aur'. Ac yna fe ddywed 'defnyddir aur hefyd mewn nwyddau trydanol gradd uchaf, gan ei fod yn ddargludydd da. Mae yna hyd yn oed aur yn fy ffôn deallus'.

Mae Mr Campbell yn tynnu sylw at werth gwybodaeth wyddonol yn ein bywydau dyddiol (dimensiwn 2).

Mae'r myfyrwyr yn cymryd sylw o hyn. Mae Molly yn holi 'Dyma pam eu bod mor ddrud?' Esbonia Mr Campbell bod yna lawer o elfennau, a chyfansoddion hefyd, mewn ffôn ac mae rhai ohonynt yn brin iawn. **Mae'n dangos fideo ar-lein tri munud yn esbonio pa elfennau a chyfansoddiad a ddefnyddir mewn ffôn deallus. Dywed fod yna fideos tebyg sy'n esbonio o beth a ddefnyddir i wneud setiau teledu a darnau eraill o offer trydanol.**

Mae Mr Campbell yn amlygu gwerth cyfryngau gwyddoniaeth (dimensiwn 4).

Mae Mr Campbell yn dychwelyd at fyrddau gwyn y myfyrwyr. Mae Ben wedi ysgrifennu 'silicon mewn ysbytai'. Mae Mr Campbell yn adnabod fod Ben yn cyfeirio at brofiad y mae'r dosbarth wedi ei drafod yn flaenorol. Mae'n esbonio fod silicôn yn gyfansoddyn sy'n cynnwys elfennau o silicon, ocsigen, hydrogen a charbon. Mae'n gwahodd Ben i ddisgrifio beth mae'n wybod am silicôn. **Mae Ben yn sôn am sut cyfunodd y meddygon fathau o 'pwti i greu'r mowld silicôn a ddefnyddiwyd i ganfod siâp ei glust ar gyfer ei driniaeth.**

Mae disgrifiad Ben yn amlygu rôl gwybodaeth ym mhob agwedd o'n bywydau, a sut y defnyddir gwybodaeth a sgiliau gwyddonol mewn amrywiaeth o swyddi (dimensiynau 2 a 3).

Mae'r wers yn parhau gyda Mr Campbell **yn cydnabod y gwahanol gyfraniadau gan y dosbarth ac yn eu nodi ar y bwrdd dan y penawdau 'elfennau', 'cyfansoddion' a 'chyfuniadau'. Mae'n gofyn cwestiynau i sicrhau bod y myfyrwyr yn deall y gwahaniaeth rhwng y termau.**

Mae Mr Campbell yn cefnogi llythrennedd gwyddoniaeth ei fyfyrwr (dimensiwn 1).

Ymarferion



Nodi'r dimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth

Darllenwch gipolwg o wersi wyddoniaeth isod.

- Amlygwch y dimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth sy'n bresennol yn y wers.
- Pa ddimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth eraill allai Ms Smith eu cynnwys?

Mae Ms Smith yn ailadrodd cyfreithiau mudiant a drafodwyd mewn gwersi blaenorol. Mae'r dosbarth yn trafod y grymoedd sy'n gweithredu yn erbyn gwrthrychau sy'n symud. Mae'n gofyn pa un fydd yn cymryd yr hiraf i stopio: gwrthrychau sy'n symud yn gynt, neu gwrthrychau sy'n symud yn arafach?

Yna mae'r dosbarth yn adolygu'r pellterau stopio yn Rheolau'r Ffordd Fawr.

Nesaf, maent yn gwylio dymis profion gwrthdaro mewn sefyllfaoedd damwain car. Mae pawb wedi synnu cymaint o ddfrod a achosir hyd yn oed ar gyflymder araf.

Yna mae Ms Smith yn gofyn i'r dosbarth feddwl am sut gellid arafu'r ffordd o amgylch yr ysgol. Gyda'i gilydd, mae'r dosbarth yn trafod manteision, ac anfanteision, dwmpathau yn y ffordd a mesurau eraill i arafu traffig.

Mae Ms Smith yn disgrifio rôl cynllunwyr tref wrth gynllunio systemau ffordd sy'n galluogi i geir symud yn hawdd, ond sydd hefyd yn diogel i gerddwyr ac yn cyfyngu damweiniau posibl. Mae'n annog y dosbarth i feddwl am y nifer o sgiliau cysylltiedig i wyddoniaeth sydd angen ar gyfer rôl o'r fath.

Ar gyfer gwaith cartref, mae Ms Smith yn gosod gweithgaredd i'w myfyrwyr i brofi gwybodaeth eu rhieni ar bellteroedd stopio, ac i arsylwi'r pellter maent yn ei ganiatáu rhwng ceir wrth yrru.

Addasu cynllun gwers

Isod rydym yn cyflwyno dwy gynllun gwers: un yn ei ffurf wreiddiol a'r llall wedi ei haddasu i gynnwys y dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth.

- A yw'r ddau gynllun gwers yn caniatáu i fyfyrwyr fodloni'r amcanion dysgu?
- A fyddai'r cynllun gwers wedi ei addasu angen mwy o amser i baratoi?

Mae'r gwersi yma yn rhan o uned ar drosglwyddo ynni a thonnau ar gyfer CA3. Amcanion y wers yw:

1. I ddeall fod sŵn yn cael ei achosi gan ddirgryniad gronynnau a'i fod yn don arhydol.
2. I ddeall fod sŵn yn teithio orau trwy solidau.

Cynllun gwers 'safonol'

Gweithgaredd Athro	Gweithgaredd Myfyriwr
Chwaraewch nodyn ar gitâr a tharo symbol. Gofynnwch beth sy'n digwydd i'r llinyn/y symbol.	Mae'r myfyrwyr yn trafod sut gallant glywed y sain, a beth sy'n ei achosi (dirgryniadau).
Esboniwch ar lafar sut y cynhyrchir sŵn, ac yn crëwch ddiagram gronynnau fel dosbarth.	Trwy gwestiynu, mae disgyblion yn awgrymu sut mae gronynnau yn dirgrynu ac yn cyfrannu wrth i'r athro darlunio diagram.
Mae myfyrwyr yn trafod mewn parau os ydyn nhw'n meddwl y gellir clywed synau yn y gofod a pham.	Mae myfyrwyr yn defnyddio'r diagram ac allweddeiriau (e.e. gronynnau, dirgryniad) i esbonio os yw sain yn teithio trwy'r gofod neu beidio. (Efallai y bydd rhai yn gwybod fod tyn hydrogen a heliwm yn y gofod).
Gofynnwch i'r myfyrwyr bleidleisio ar os ydyn nhw'n meddwl fod sŵn yn teithio orau mewn solid, hylif neu nwy – gofynnwch i rai o'r myfyrwyr pam eu bod yn credu hyn.	
Myfyrwyr yn gweithio mewn parau – mae un myfyriwr yn taro ar y bwrdd, a'r myfyriwr arall yn gwranddo ar sut mae'r taro'n swnio. Yna mae'r myfyriwr yn taro'r bwrdd eto gyda'r un grym, ond mae'r ail fyfyriwr nawr yn gwasgu clust yn erbyn y bwrdd wrth wrando am y trawiad.	Mae myfyrwyr yn defnyddio eu syniadau am ronynnau i ragweld ac esbonio. Maent yn gwblhau'r arbrawf taro. Maent yn ysgrifennu eu casgliadau ac esboniad yn eu llyfrau.
Arddangosiad Slinkey – gyda myfyriwr (call) arddangoswch sut mae tonnau hydredol ac ardraws yn edrych yn defnyddio Slinkey.	Mae myfyrwyr yn dysgu'r gwahaniaeth rhwng tonnau ardraws (e.e. golau) a thonnau hydredol (e.e. sain).
Gwaith Cartref: Ymchwiliwch sut mae sŵn (sain digroeso) yn cael ei leihau. Ysgrifennwch hanner tudalen + un diagram.	

Cynllun gwers 'addasedig'

Gweithgaredd Athro	Gweithgaredd Myfyriwr	
<p>Myfyrwyr (yn unigol, neu mewn paruau) yn gwneud synau sut bynnag y dymunant. Gallent ddewis chwarae offeryn (os oes rhai ar gael), canu, clapio, blwch bit, mwmmian, drymio, stompio ac ati.</p> <p>Adeiladwch ar gyfraniadau myfyrwyr a chwarae enghreifftiau amrywiol ar YouTube a greu cerddoriaeth diwylliannol.</p> <p>Gofynnwch beth sydd gan yr holl ffurfiau hyn yn gyffredin? Gofynnwch i'r myfyrwyr rannu eu syniadau am sut y cynhyrchir sain.</p>	<p>Mae'r wers yn cychwyn gyda phrofiadau diwylliannol amrywiol y myfyrwyr a dewisiadau i greu cerddoriaeth yn cael eu croesawu a gwerthfawrogi.</p> <p>Yn eu geiriau eu hunain, maent yn trafod beth sy'n achosi sain, a sut allant ei glywed.</p>	<p>— <i>EHANGU BETH SY'N BWYSIG</i></p>
<p>Gwahoddwch y myfyrwyr i lunio diagramau ar fyrdau gwyn mini i esbonio sut y cynhyrchir sain, gan ddefnyddio eu henghreffftiau a syniadau eu hunain os yn bosibl. Gwerthfawrogwch amrywiaeth o ymatebion, a chysylltu eu disgrifiadau i dermau gwyddonol gronynnau, dirgryniadau ac ati.</p>		<p>— <i>ENNYN, GWERTHFAWROGI A CHYSYLLTU</i></p>
<p>Rhowch bos i fyfyrwyr a fydd yn apelio i'r diddordebau penodol (neu gadewch iddyn nhw ddewis). Er enghraifft: "Allwch chi gofio os allwch chi glywed pan fyddwch dan y dŵr?" neu "Mewn ffilmiau wedi eu gosod yn y gofod, yn aml byddwch yn clywed llongau gofod yn 'chipio' i ffwrdd – pam nad yw hyn yn gywir?"</p> <p>Gan ddefnyddio eu hatebion i'r posau, gofynnwch i'r myfyrwyr bleidleisio ar os ydyn nhw'n meddwl fod sŵn yn teithio orau mewn solid, hylif neu nwy.</p> <p>Gofynnwch i'r myfyrwyr yn gweithio mewn paruau – mae un myfyriwr yn taro ar y bwrdd, a'r myfyriwr arall yn gwrandao ar sut mae'r taro'n swnio. Yna mae'r myfyriwr yn taro'r bwrdd eto gyda'r un grym, ond mae'r ail fyfyrwr nawr yn gwasgu clust yn erbyn y bwrdd wrth wrando am y trawiad.</p>	<p>Mae myfyrwyr yn cydnabod gwerth gwyddoniaeth i esbonio ffenomena beunyddiol.</p> <p>Mae myfyrwyr yn defnyddio eu syniadau newydd am sain a gam ronynnau i ragweld ac esbonio.</p>	<p>— <i>PERSONOLI A LLEOLEIDDIAD</i></p> <p>— <i>ADEILADU'R DIMENSIYNAU CYFALAF GWYDDONIAETH</i></p>
<p>Gofynnwch i'r myfyrwyr ym mha fath o swyddi / gweithgareddau allai hi fod yn ddefnyddiol i wybod am sut mae sain yn teithio? (Trafodwch weithio fel DJ, recordio sain, gweithio ar y môr)</p> <p>Gofynnwch os yw unrhyw un o'r myfyrwyr yn gweithio ar gynhyrchu ei gerddoriaeth ei hun ac yn defnyddio offer neu feddalwedd arbennig i wneud hynny.</p>		<p>— <i>ADEILADU'R DIMENSIYNAU CYFALAF GWYDDONIAETH</i></p>
<p>Arddangosiad Slinkey – gyda myfyriwr (call) arddangoswch sut mae tonnau hydredol ac ardraws yn edrych yn defnyddio Slinkey.</p> <p>Gwaith Cartref: Siarad gyda ffrindiau ac/neu deulu am y lle tawelaf yn eu cartref, ysgol neu adeilad lleol. Mewn hanner tudalen (gyda diagramau) esboniwch pam ei bod yn dawelach a sut mae'r sain wedi ei leihau?</p>	<p>Mae myfyrwyr yn dysgu'r gwahaniaeth rhwng tonnau ardraws a thonnau hydredol.</p> <p>Mae myfyrwyr yn ymgysyllti mewn sgysrsiau yn ymwneud â gwyddoniaeth gyda ffrindiau a theulu. Maent yn dysgu am nodweddion acwstig adeilad cyfarwydd.</p>	<p>— <i>ADEILADU'R DIMENSIYNAU CYFALAF GWYDDONIAETH</i></p>



*Po fwyaf y byddaf yn
defnyddio'r dull cyfalaf
gwyddoniaeth ... Yr
hawsaf yw hi i gynllunio a
chadw trywydd.*

Athro



4. ADNODDAU

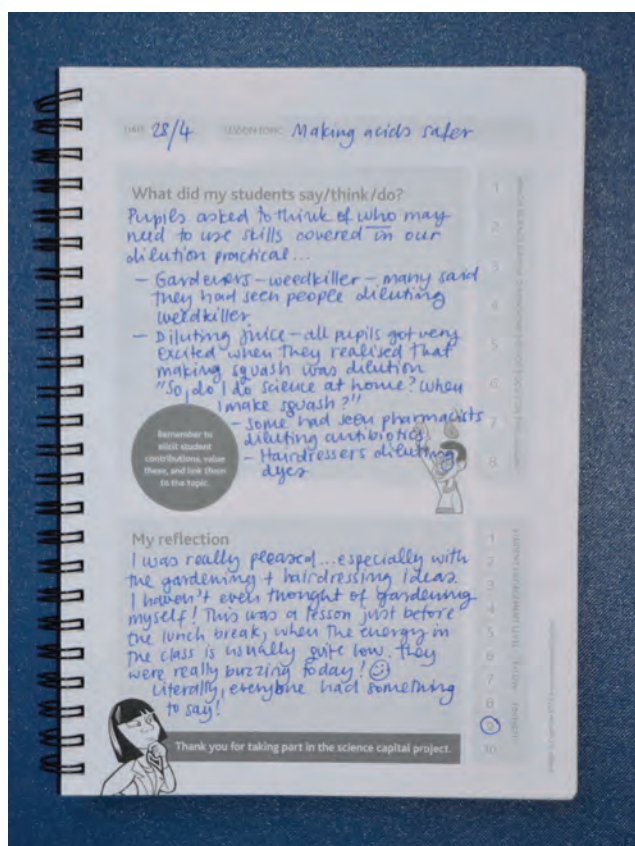
Dyddiaduron myfyriol

I fyfyrion ar eu llwyddiannau wrth ddefnyddio'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth, mae athrawon a fu'n cymryd rhan yn y prosiect wedi defnyddio dyddiaduron myfyriol. Fe'i cynlluniwyd i helpu athrawon i gipio agweddau o'u gwersi a weithiodd yn dda. Roeddynt hefyd yn ddefnyddio fel aide-mémoire: gallai'r athrawon edrych trwy'r dyddiaduron ac atgoffa eu hunain o gyfraniadau neu ddigwyddiadau penodol a ysgogodd drafodaeth dda gan eu myfyrwyr.

Gweler tudalen wag y gellir ei llungopio o'r dyddiadur myfyriol yn adran 5.



Beth arall allech chi ddefnyddio i gipio eich profiadau a myfyrdodau?



Gwerthuso'r cynnydd

Nodwedd ganolog i'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yw ymgysylltu athrawon mewn myfyrdod parhaus. Gall y myfyrdod hwn fod ar sawl ffurf, fel myfyrdod personol a myfyrdod gyda chydweithwyr.

Er mwyn cefnogi eich myfyrdod a gwerthuso eich gweithrediad o'r dull, efallai y bydd yn ddefnyddio i chi gasglu data i'ch helpu i fesur cynnydd. Does yna ddim rheolau pendant ar pa ddata i gasglu – yr allwedd yw i sicrhau eu bod yn berthnasol ac yn ystyrlon i'ch cyd-destun ac anghenion. Mae'r rhestr isod yn cynnwys rhai o'r adnoddau data mae athrawon ac ymchwilwyr wedi eu casglu'n flaenorol ac a fu'n ddefnyddio:

- Data cyrhaeddiad myfyrwyr.
- Data ar agweddau myfyrwyr tuag at ddysgu.
- Data ymddygiad myfyrwyr.
- Arsylwadau a myfyrdodau athrawon.
- Arolygon cyfalaf gwyddoniaeth myfyrwyr (cysylltwch â thîm Ymchwil Cyfalaf Gwyddoniaeth!).
- Enghreifftiau o waith myfyrwyr.

Ymateb i gwestiynau cyffredin

Fydd hyn ddim yn cymryd llawer o amser?

Mae myfyrio ar eich ymarfer a meddwl am wneud newidiadau yn cymryd amser. Fodd bynnag, mae'r rhan fwyaf o'r athrawon sydd wedi mabwysiadu'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth wedi canfod fod eu hamser cynllunio yn lleihau gydag amser wrth i'r ffordd newydd o feddwl am wersi ddod yn berth arferol.

“ Po fwyaf y byddaf yn defnyddio'r dull cyfalaf gwyddoniaeth a'r mwyaf y mae'n dod yn rhan o bopeth dwi'n ei wneud, yr hawsaf yw hi i gynllunio a chadw trywydd. ”
Athro

“ Dwi ddim yn teimlo ei fod wedi bod yn faich. Dwi'n teimlo ei fod wedi bod yn gweithio mewn ffordd wahanol, yn hytrach na gwaith ychwanegol. ”
Athro

Sut alla i werthfawrogi cyfraniadau nad ydynt yn ymwneud â'r pwnc a chadw'r drafodaeth ar y trywydd iawn?

Gall fod yn anodd rheoli trafodaethau dosbarth. Po fwyaf agored yw'r drafodaeth, y mwyaf amrywiol fydd yr ymatebion, a'r anoddaf fydd hi. Mae'r gelfyddyd o addysgu yn un ble mae gawl am reoli cyfraniadau nad ydynt yn ymwneud â'r pwnc a chyfeirio'r sylwadau yn ôl tuag at drywydd trafodaeth y dosbarth, felly nid yw hyn yn beth newydd. Mae'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn pwysleisio pa mor bwysig yw

hi i ofyn i athrawon ennyn cyfraniadau myfyrwyr, ac yn arbennig y rhai sy'n seiliedig ar wybodaeth diwylliannol neu gymunedol y myfyrwyr, er mwyn i'r myfyrwyr allu deimlo wedi eu gwerthfawrogi a gweld fod eu sylwadau yn cyfrannu i'r gwersi.

Gyda amser, gall gwerthfawrogiad o'r fath helpu myfyrwyr i ddod i weld gwyddoniaeth fel rhywbeth addas iddyn nhw.

Un o'r agweddau mwyaf heriol yw i gysylltu amrywiol gyfraniadau i wyddoniaeth cwricwlwm. Efallai y bydd modd defnyddio'r cyfraniad yn fwy priodol mewn gwrs yn y dyfodol, ac felly mae'n werth gwneud nodyn i wneud hynny.

Defnyddiwch meddwl-paru-rhannu a thrafodaethau grŵp bychan i cipio'r cyfraniadau mae myfyrwyr yn eu hystyried i fod fwyaf perthnasol. Gall hefyd fod yn ddefnyddiol i arsylwi sut mae athrawon eraill (nid o reidrydd yn athrawon gwyddoniaeth) yn rheoli trafodaethau dosbarth. Canolbwyntiwch eich arsylwadau ar sut mae'r athrawon hynny yn ennyn, gwerthfawrogi a chysylltu beth sydd gan fyfyrwyr i'w ddweud.

A ddylwn i fod yn cynnwys yr holl ddimensiynau cyfalaf gwyddoniaeth ym mhob gwrs?

Mae'n annhebygol y byddwch yn gallu cynnwys yr holl ddimensiynau mewn un wers. Bydd gwahodd pobl gyda chefnidroedd gwyddonol i'r gwersi (dimensiwn cyfalaf gwyddoniaeth 7) yn debygol o fod yn ddigwyddiad arbennig! Mae athrawon wedi canfod, fodd bynnag, yn ystod cyfnod cynllun gwaith ei bod yn bosibl cynnwys yr holl ddimensiynau.

Sut mae'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn cyd-fynd â gwaith ymarferol?

Mae gan rai myfyrwyr sgiliau ymarferol maent wedi eu datblygu tu allan i'r ysgol ac mae'r un mor werthfawr i allu ennyn a gwerthfawrogi'r rhain ag y mae yn ystod gwrsi seiliedig ar labordy ag y mae ar gyfer gwybodaeth a syniadau eraill.

“ *Mewn gwaith ymarferol yn ddiweddar, fe siaradom am pwy fyddai angen casglu data yn gywir yn eu gwaith.* **”**
Athro

Mae myfyrwyr yn ymddangos i fod wedi ymgysylltu'n fwy yn y wers, ond a ydynt yn dysgu mwy?

Mae'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn helpu myfyrwyr i gysylltu gyda a gwneud synnwyr o'r cyd-destun gwyddoniaeth mewn ffyrdd ystyrlon. Gall hyn helpu myfyrwyr i ad-alw'r cyd-destun gwyddoniaeth. Yn wir, mae athrawon yn defnyddio'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth wedi adrodd enillion arwyddocaol mewn dysgu. Fel y dywedodd un myfyriwr 'mae'r wyddoniaeth yn aros yn eich pen fwy'.

A yw mabwysiadu'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth yn golygu gwanhau'r cynnwys gwyddonol?

Mae'r dull wedi ei gynllunio'n benodol i ganiatáu i fyfyrwyr ddilyn eu cynnwys cwricwlwm arferol. Nid oes unrhyw wanhau o'r wyddoniaeth mae myfyrwyr yn ei ddysgu. Mae'r gwahaniaeth yn y ffordd y cyflwynir, fframir a cysylltir cynnwys gwyddoniaeth i fywydau myfyrwyr ac yn sut mae myfyrwyr yn cael eu cefnogi i ymgysylltu gyda'r cynnwys gwyddoniaeth. Nid yw'r dull yn newid pa gynnwys a ddysgir na'r modd y'i dysgir.

Ond dwi'n gwneud hyn i gyd yn barod!

Gwych! Gobeithio y bydd y pecyn hwn yn rhoi ambell syniad newydd i chi am sut i ymgysylltu eich myfyrwyr â gwyddoniaeth. Sut allech chi rannu eich arfer da gydag eraill?



“ *Yn gweithio mewn ardal ddifreintiedig, rydyn ni angen strategaethau i wneud pynciau yn bwysicach. Mae myfyrwyr angen gweld beth sy'n bwysig iddynt, a'r rheswm pam ein bod yn ei wneud. Pan fydd ganddynt reswm, mi fyddant yn mynd ati i'w wneud. Os nad oes rheswm, dydy o ddim yn bwysig.* **”**
Athro

Adnoddau ychwanegol gan y prosiect Gwyddoniaeth Fentergar

Fideos y prosiect

- **Science Capital – an introduction** animeiddiad sydd ar gael ar: bit.ly/sciencecapitalexplained
- **A Science Capital approach to building engagement** animeiddiad sydd ar gael ar: bit.ly/SciCapEngagement
- **The Science Capital Teaching Approach** animeiddiad sydd ar gael ar www.ucl.ac.uk/ioe-sciencecapital
- **Science Capital in the Classroom** fideos, ar gael ar: bit.ly/SciCapClassroom
- **The Science Capital Teaching Approach** fideo, ar gael ar www.ucl.ac.uk/ioe-sciencecapital
- **Science Capital Seminar** fideos, ar gael ar: bit.ly/SciCapSeminar

Cyhoeddiadau crynodeb byr iawn am gyfalaf gwyddoniaeth a'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth

- Archer, L. A King, H. (2017) **Want to engage young people in STEM subjects? You need to start getting personal: how to boost your students' science capital.** Teachwire. Ar gael ar: bit.ly/SciCapTeachwire
- Archer, L. (2017) **Happier teachers and more engaged students? Reflections on the possibilities offered by a pedagogical approach co-developed by teachers and researchers.** Research in Teacher Education, 7(1), 29-32. Ar gael ar: bit.ly/SciCapRITE
- Mytum-Smithson, J. (2017) **Science is for everyone.** Cylchgrawn Secondary and post-16 STEM Learning, 5, 14-15.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. a Seakins, A. (2016). **Science capital made clear.** Llundain: King's College Llundain. Available at: bit.ly/SciCapMadeClear
- Arney, K. (2017) **Theories of everything.** TES. Ar gael ar: bit.ly/SciCapTES

Cyhoeddiadau academaidd

- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. a Seakins, A. (2017). **Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London secondary science classrooms.** *Science Education*, 101(5), 741–764.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. a Seakins, A. (2017). **Using Bourdieu in practice? Urban secondary teachers' and students' experiences of a Bourdieusian-inspired pedagogical approach.** *British Journal of Sociology of Education*. Cyhoeddiad ar-lein o flaen llaw. Doi: 10.1080/01425692.2017.1335591
- Nomikou, E., Archer, L. a King, H. (2017) **Building 'science capital' in the classroom.** *School Science Review*, 98(365), 118-124.
- King, H. a Nomikou, E. (2017). **Fostering critical teacher agency: the impact of a science capital pedagogical approach.** *Pedagogy, Culture and Society*. Cyhoeddiad ar-lein o flaen llaw. Doi: 10.1080/14681366.2017.1353539
- Archer, L., Nomikou, E., Mau, A., King, H., Godec, S., Dawson, E. a DeWitt, J. (Dan adolygiad) **Can the subaltern 'speak' science? An intersectional analysis of performances of 'talking science through muscular intellect' by 'subaltern' students in UK urban secondary science classrooms.**
- Archer, L., Dawson, E., Seakins, A., DeWitt, J., Godec, S. a Whitby, C. (2016). **"I'm being a man here": urban boys' performances of masculinity and engagement with science during a science museum visit.** *Journal of the Learning Sciences*, 25(3), 438-485.
- Archer, L., Dawson, E., Seakins, A. a Wong, B. (2016). **Disorientating, fun or meaningful? Disadvantaged families' experiences of a science museum visit.** *Cultural Studies of Science Education*, 11(4), 917-939.
- DeWitt, J., Archer, L. a Mau, A. (2016). **Dimensions of science capital: exploring its potential for understanding students' science participation.** *International Journal of Science Education*, 38(16), 2431-2449.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A. a Wong, B. (2015) **"Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending Bourdieusian notions of capital beyond the arts.** *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948.
- King, H., Nomikou, E., Archer, L. a Regan, E. (2015). **Teachers' understanding and operationalisation of 'science capital'.** *International Journal of Science Education*, 37(18), 2987-3014.

A large, stylized red opening quotation mark.

*Mae myfyrwyr angen gweld
y rheswm pam ein bod
yn ei wneud. Pan fydd
rheswm, mi fyddant yn
mynd ati i'w wneud.*

Athro

A large, stylized green closing quotation mark.

5. ATODIAD: DEUNYDDIAU I'W LLUNGOPIŌ

Mae'r atodiad yn darparu deunyddiau i'w llungopio yn gysylltiedig i adrannau cynharach o'r pecyn.

- Meddwl am wyddoniaeth a phobl 'gwyddonol' (gweler Sylfaen: Ehangu beth sy'n bwysig)
- Holiadur myfyrwyr (gweler Colofn dau: Personoli a lleoleiddiad)
- Holiadur cartref (gweler Colofn dau:: Personoli a lleoleiddiad)
- Dyddiadur myfyriol gwag

Meddwl am wyddoniaeth a phobl ‘gwyddonol’

Pa un o'r canlynol sy'n disgrifio orau sut ydych yn ystyried eich hun? (ticiwch os gwelwch yn dda)

- Dwi'n hoff iawn o wyddoniaeth
- Dwi'n eithaf hoff o wyddoniaeth
- Dwi'n ddim yn hoff iawn o wyddoniaeth
- Dwi wir ddim yn hoff o wyddoniaeth

Allwch chi enwi unrhyw un yn eich dosbarth fyddech chi'n ei ddisgrifio fel ‘person gwyddonol’?

Meddyliwch am eich dosabrth. Pa mor bwysig yw'r nodweddion canlynol wrth bennu a yw rhywun yn ‘person gwyddoniaeth’?

	Pwysig iawn	Gweddol bwysig	Ddim yn bwysig
1. Bod yn naturiol glyfar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Cael yr ateb yn iawn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Defnyddio iaith a therminoleg wyddonol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Gweiddi'r ateb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Bod yn chwilfrydig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Gweithio'n galed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Trafod syniadau gydag eraill	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Rhannu barnau a phrofiadau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Gweithio'n galed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Holiadur myfyrwyr

1. Beth wyt ti'n hoffi treulio amser yn ei wneud tu allan i'r ysgol? (e.e., hobiau, diddordebau)

2. Beth yw dy hoff bethau i wyllo ar y teledu neu ar-lein?

3. Oes gen ti swydd benodol yr hoffet ti ei gwneud pan fyddi di'n hŷn?
Os felly, beth a pham y swydd yma?

4. Wyt ti'n adnabod rhywun sy'n gwneud y gwaith yma'n barod? Pwy?

5. Oes yna unrhyw un wyt ti'n edrych i fyny atynt neu'n edmygu? Pwy a pham?

Holiadur cartref

Hola riant neu rywun sy'n agos atat.

1. Pa un o'r sgiliau canlynol wyt ti'n feddwl sy'n allweddol mewn gwyddoniaeth? Ticia bopeth sy'n berthnasol.

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Arsylwi | <input type="checkbox"/> Profi | <input type="checkbox"/> Sgiliau cyfathrebu |
| <input type="checkbox"/> Dychymyg | <input type="checkbox"/> Creadigrwydd | <input type="checkbox"/> Delweddu |
| <input type="checkbox"/> Chwilfrydedd | <input type="checkbox"/> Trafod | <input type="checkbox"/> Cydweithrediad |

2. Pa un o'r sgiliau canlynol, os gwbl, wyt ti'n eu defnyddio yn dy fywyd beunyddiol? Ticia bopeth sy'n berthnasol.

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Arsylwi | <input type="checkbox"/> Profi | <input type="checkbox"/> Sgiliau cyfathrebu |
| <input type="checkbox"/> Dychymyg | <input type="checkbox"/> Creadigrwydd | <input type="checkbox"/> Delweddu |
| <input type="checkbox"/> Chwilfrydedd | <input type="checkbox"/> Trafod | <input type="checkbox"/> Cydweithrediad |

3. Beth yw dy weithgaredd neu alwedigaeth arferol?

4. Pa sgiliau wyt ti'n eu defnyddio yn y gweithgaredd neu alwedigaeth hon?

5. A fyddai gen ti ddiddordeb mewn rhoi gwybod i ni am y gwaith wyt ti'n ei wneud yn ein gwersi gwyddoniaeth?

Dyddiadur myfyriol

DYDDIAD:

PWNC Y WERS:

Beth wnaeth fy myfyrwyr ddweud/feddwl/
gwneud?

Cofio ennyn
cyfraniadau
gan fyfyrwyr,
gwerthfawrogi'r
rhain, a'u cysylltu i'r
pwnc.



- PA DDIMENSIYNAU CYFALAF OEDD FFOCUS YN Y WERS HON?
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
 - 7
 - 8

Fy myfyrdod

- LEFEL YMGYSYLLTU MYFYRWYR 1=ISEL 10=UCHEL
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
 - 7
 - 8
 - 9
 - 10



Diolch i chi am gymryd rhan yn y prosiect cyfalaf gwyddoniaeth.

6. CYFEIRIADAU

Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. a Seakins, A. (2017a). **Killing curiosity? An analysis of celebrated identity performances among teachers and students in nine London Secondary Science Classrooms.** *Science Education*, 101(5), 741–764.

Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. a Seakins, A. (2017b). **Using Bourdieu in practice? Urban secondary teachers' and students' experiences of a Bourdieusian-inspired pedagogical approach.** *British Journal of Sociology of Education*. Cyhoeddiad ar-lein o flaen llaw. Doi: 10.1080/01425692.2017.1335591

Archer, L. (yn y wasg). **An intersectional approach to classed injustices in education: gender, ethnicity, 'heavy' funds of knowledge and working class students' struggles for intelligibility in the classroom.** Yn J. Smyth ac R. Simmons (Gol.) *Education and Working-Class Youth: Towards a Politics of Inclusion*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Godec, S., King, H., Mau, A., Nomikou, E. a Seakins, A. (2016a). **Science capital made clear.** Llundain: King's College Llundain.

Archer, L., Dawson, E., Seakins, A. a Wong, B. (2016b). **Disorientating, fun or meaningful? Disadvantaged families' experiences of a science museum visit.** *Cultural Studies of Science Education*, 11(4), 917-939.

Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A. a Wong, B. (2015). **"Science capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending Bourdieusian notions of capital beyond the arts.** *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948.

Archer, L. a DeWitt, J. (2017). **Understanding young people's science aspirations: How students form ideas about 'becoming a scientist'.** Llundain: Routledge.

Archer, L., Osborne, J., DeWitt, J., Dillon, J., Wong, B. a Willis, B. (2013). **ASPIRES: Young people's science and career aspirations, age 10–14.** Llundain: King's College Llundain.

Gwefan ASPIRES 2: www.ucl.ac.uk/ioe-aspires

Basu, S. J., Calabrese Barton, A. a Tan, E. (2011). **Democratic science teaching: Building the expertise to empower low-income minority youth in science.** Rotterdam: Sense.

Bourdieu, P. (1977). **Outline of a theory of practice** (Rhifyn. 16). Caergrawnt: Gwasg Prifysgol Caergrawnt.

Bourdieu, P. (1984). **Distinction** (R. Nice, Cyfieithiad). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Bourdieu, P. (1986). **The forms of capital.** Yn J. Richardson (Gol.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (241-258). Efrog Newydd, NY: Greenwood.

Bourdieu, P. (1990). **The logic of practice.** Stanford, CA: Stanford University Press.

Buchanan, R. (2015). **Teacher identity and agency in an era of accountability.** *Teachers and Teaching*, 21(6), 700-719.

Calabrese Barton, A., Kang, H., Tan, E., O'Neill, T. B., Bautista-Guerra, J. a Brecklin, C. (2012). **Crafting a future in science tracing middle school girls' identity work over time and space.** *American Educational Research Journal*, 50(1), 37-75.

Calabrese Barton, A., Basu, S. J., Johnson, V. a Tan, E. (2011) **Cyflwyniad**, yn S. J. Basu, A. Calabrese Barton a E. Tan (Gol.) Democratic science teaching: Building expertise to empower low-income minority youth in science (1-20). Rotterdam: Sense.

Carlone, H. B., Scott, C. M. a Lowder, C. (2014). **Becoming (less) scientific: A longitudinal study of students' identity work from elementary to middle school science.** Journal of Research in Science Teaching, 51(7), 836-869.

DeWitt, J., Archer, L. a Mau, A. (2016). **Dimensions of science capital: exploring its potential for understanding students' science participation.** International Journal of Science Education, 38(16), 2431-2449.

Driver, R. (1989). **Students' conceptions and the learning of science.** International Journal of Science Education, 11(5), 481-490.

King, H. a Nomikou, E. (2017). **Fostering critical teacher agency: the impact of a science capital pedagogical approach.** Pedagogy, Culture and Society. Cyhoeddiad ar-lein o flaen llaw. Doi: 10.1080/14681366.2017.1353539

King, H., Nomikou, E., Archer, L. a Regan, E. (2015). **Teachers' understanding and operationalisation of 'science capital'.** International Journal of Science Education, 37(18), 2987-3014.

Moll, L. C., Amanti, C., Neff, D. a Gonzalez, N. (1992). **Funds of knowledge for teaching: Using a qualitative approach to connect homes and classrooms.** Theory Into Practice, 31(2), 132-141.

Smith, E. (2011). **Staying in the science stream: patterns of participation in A-level science subjects in the UK.** Educational Studies, 37(1), 59-71.

Vygotsky, L. S. (1978). **Mind in Society.** Cambridge, MA: Harvard University Press.

Zipin, L. (2009) **Dark funds of knowledge, deep funds of pedagogy: Exploring boundaries between lifeworlds and schools.** Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education, 30(3), 317-331.

WISE (2012). **Women in science, technology, engineering and mathematics: from classroom to boardroom.** Bedford: WISE.

7. DIOLCHIADAU

Datblygwyd y dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth ar y cyd a'i darparu diolch i ymdrechon a chyfraniadau 43 o athrawon gwyddoniaeth.

Yn 2013–14, bu 10 o athrawon yn Llundain Fwyaf yn gweithio gyda ni i ddechrau archwilio sut i wneud gwyddoniaeth yn fwy ystyrion a pherthnasol i fyfyrwyr o gefndiroedd amrywiol a difreintiedig.

Yn 2014–15, bu 11 o athrawon gwyddoniaeth yn Llundain Fwyaf yn treialu syniadau cychwynol ac ymagweddu yn eu gwarsi.

Yn 2015–16, cynhwysodd 9 o athrawon gwyddoniaeth yn Llundain Fwyaf y dull yn eu cynlluniau gwaith ar draws un flwyddyn academiaidd.

Yn 2016–17, mewn cydweithrediad â'r Ganolfan Ddysgu STEM Genedlaethol, gweithredwyd y dull gan 16 o athrawon gwyddoniaeth ar draws ysgolion uwchradd yn Newcastle, Efrog a Leeds.

Diolch i chi am eich amser, egni, ymdrechion ac ymroddiad:

J. Anderson	S. Arshad
S. Barnes	A. Blount
C. Boyce	L. Brenton
S. Byrne	C. Chu
A. Cordwell	J. Craggs
L. diBellonia	S. Dunlop
P. Emwangat	P. Fairhurst
C. Flett	G. Galliani Pecchia
B. Ganguli-Roy	S. Grace
A. Hamilton	I. Henderson
R. Joshi	S. Lalji
D. Leaker	C. Lee
S. Manda	S. Maskell
P. McGarrell	A. Mitchell
S. Mortimer	L. Niven
D. Parren	E. Postlethwaite
K. Prestwich	S. Rodgers
A. Scott	S. Scribbins
B. Shu	A. Simpson
E. Southin	A. Talbot
L. Turner	C. Ugbomah
M. White	

Cafodd y pecyn adnoddau hwn ei ysgrifennu gan:

Spela Godec
Heather King
Louise Archer

Hoffem hefyd ddiolch i'r cydweithwyr canlynol a gyfrannodd i ddatblygiad syniadau ac arferion sy'n sail i'r dull addysgu cyfalaf gwyddoniaeth:

Y tîm prosiect Gwyddoniaeth Fentergar yn King's College Llundain/University College Llundain:

Emily Dawson	Jennifer DeWitt
Justin Dillon	Ada Mau
Effrosyni Nomikou	Elaine Regan
Amy Seakins	Billy Wong

Gyda diolch arbennig i Elaine Regan am fewnbwn ar y rhaglen Partneriaeth Dysgu Proffesiynol ac Effrosyni Nomikou am ei chyfraniadau i ddatblygu'r dull.

National STEM Learning Centre:

Mark Langley
Jessie Mytum-Smithson

The Science Museum Group:

Laura Bootland	Karen Davies
Kate Davies	Tanya Dean
Jane Dowden	Beth Hawkins
Micol Mollinari	Chris Whitby

Diolch hefyd i Vicky Wong am ei chefnogaeth wrth ddatblygu'r pecyn hwn, ac i'r Athro Michael Reiss a Dr Mark Hardman am eu sylwadau ac awgrymiadau ar ddrafftiau cynharach.

Yn olaf, hoffem gydnabod a diolch i BP am ariannu'r prosiect Gwyddoniaeth Fentergar y mae'r gwaith hwn yn rhan ohono, gyda diolch arbennig i Ian Duffy am ei gefnogaeth ac ymroddiad.

Delweddau ©2017 Cognitive
www.wearecognitive.com

Dyluniwyd gan Cavendish Design & Advertising



Os nad yw athrawon yn teimlo fel bod cyfle iddynt ymgysylltu gyda phrofiad dynol dilys sy'n datblygu eu myfyrwyr fel pobl emosiynol, cymdeithasol, deallus a moesol, efallai na fyddant yn aros yn yr ystafell ddosbarth a bydd myfyrwyr yn dysgu'r deunydd sy'n eu helpu i lwyddo mewn profion yn unig.

Dr Rebecca Buchanan



Sut i ddyfynnu'r cyhoeddiad hwn:

Godec, S., King, H. Ac Archer, L. (2017)
**Dull Addysgu'r Brifddinas Wyddoniaeth:
ymgysylltu myfyrwyr gyda gwyddoniaeth,
hyrwyddo cyfiawnder cymdeithasol.**

Llundain: Coleg Prifysgol Llundain.

Datblygwyd dull addysgu'r brifddinas
wyddoniaeth yn rhan o brosiect
Gwyddoniaeth Fentergar, partneriaeth ymchwil
a datblygu 5 mlynedd rhwng King's College
Llundain, University College Llundain, Science
Museum Group ac a ariennir gan BP.

Rhagor o wybodaeth:

Mae'r adnodd hefyd ar gael ar
ein gwefan:
www.ucl.ac.uk/ioe-sciencecapital

Am unrhyw wybodaeth atodol,
cysylltwch â:
ioe.sciencecapital@ucl.ac.uk

Dilynwch ein gwaith ar Twitter:
[@_sciencecapital](https://twitter.com/_sciencecapital)
[#sciencecapital](https://twitter.com/_sciencecapital)

Cyflwynir Gwyddoniaeth
Fentergar i chi gan:



**SCIENCE
MUSEUM
GROUP**

