

2 Rhifedd myfyrwyr

Mae cydwelediad rhwng arweinwyr mewn gwleidyddiaeth, busnes ac addysg sydd â lefel uchel o rifedd yn y gweithlu yn bwysig i ffyniant Prydain yn y dyfodol. Rhaglen Rhifedd Genedlaethol wedi cael ei ddatblygu ar gyfer Cymru (Llywodraeth Cynulliad Cymru, 2012), gan bwysleisio y dylai sgiliau rhifedd eu haddysgu mewn ysgolion a cholegau, ar draws yr holl bynciau. Mae'r diffiniad ehangach o rifedd, yn cwmpasu sgiliau megis datrys problemau a chyfathrebu, yn cael ei dderbyn:

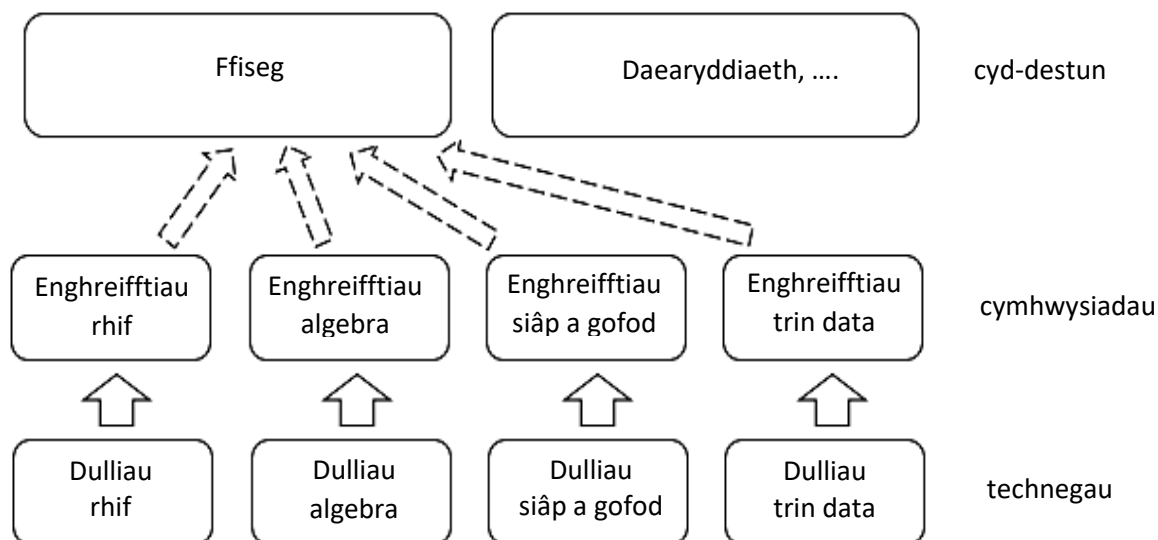
Numeracy is an essential life skill and learners need to be able to apply this skill across the curriculum in different subject areas, and in real life contexts.

Mathematics is a part of numeracy, but to be numerate means you are able to apply some of these mathematical skills in many more contexts than in mathematics lessons and across several subject areas. It is therefore our expectation that all teachers will be teachers of numeracy.

Yn ystod ein hymchwiliad eu hunain, gofynnwyd i uwch staff darlithio ein coleg am eu barn am y problemau o gyflwyno rhifedd myfyrwyr o fewn cyrsiau galwedigaethol. Integreiddio rhifedd yn cael ei ystyried fel amcan dymunol, ond gellid atal gan allu mathemategol myfyrwyr gwael:

Mae'n gwneud llawer mwy o synnwyr i addysgu rhifedd, a llythrennedd os daw i hynny, drwy'r pwnc, fel y gall myfyrwyr weld perthnasedd y gwaith i'w bywyd go iawn. Wedi dweud hynny, gall fod problem pe bai safon mathemateg mor wael nad ydynt wedi deall y pethau sylfaenol, yna ni allant ymdopi. Efallai y bydd rhaid i chi fynd â nhw allan, yn anffodus, er mwyn cael y pethau sylfaenol. Ond mewn byd delfrydol, cymhwyso rhifedd i beirianeg neu waith coed neu beth bynnag gwrs maent yn ei wneud yn llawer mwy ystyrlon.

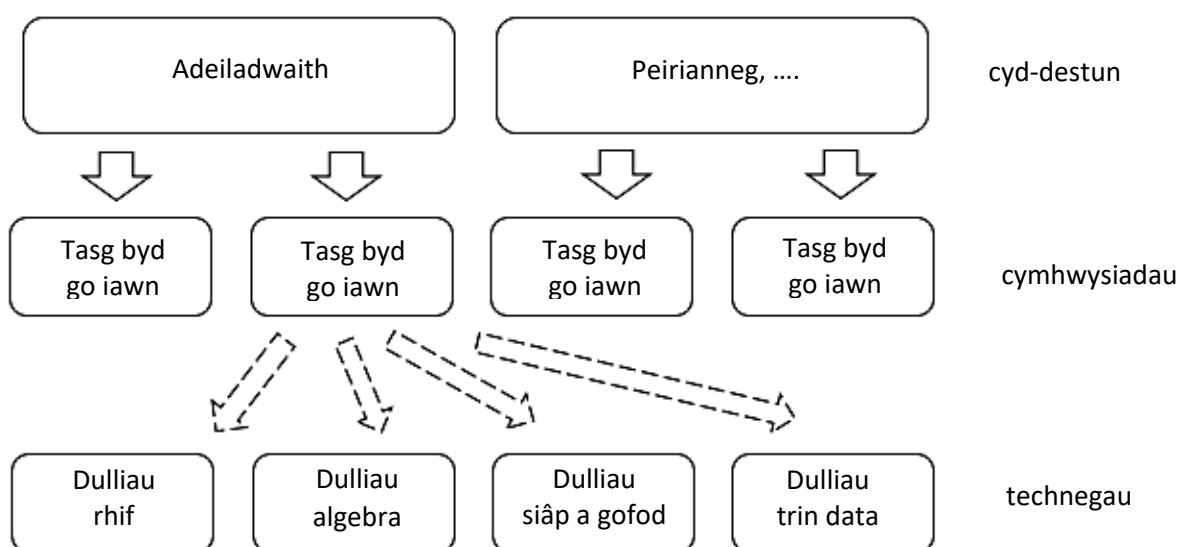
Gadewch i ni edrych ar y strwythur addysg mathemateg. Mae mathemateg yr ysgol ym Mhrydain, fel mewn llawer o wledydd eraill, yn cael ei gynllunio o amgylch model academiaidd o'r gwaelod i fyny. Mae disgyblion yn dysgu dulliau mathemategol o fewn meysydd pwnc neilltuol fel: rhif, algebra a geometreg, yna gweithio ar enghraifft geisiadau yn dal o fewn un maes pwnc hyn. Y bwriad yw y bydd disgyblion yn symud ymlaen i astudio pynciau ar lefel uwch, megis y gwyddorau, lle byddant yn gallu gwneud defnydd da o'r technegau mathemategol y maent wedi'u dysgu.



Ffigur 3: Model mathemateg academaidd gwaelod i fyny

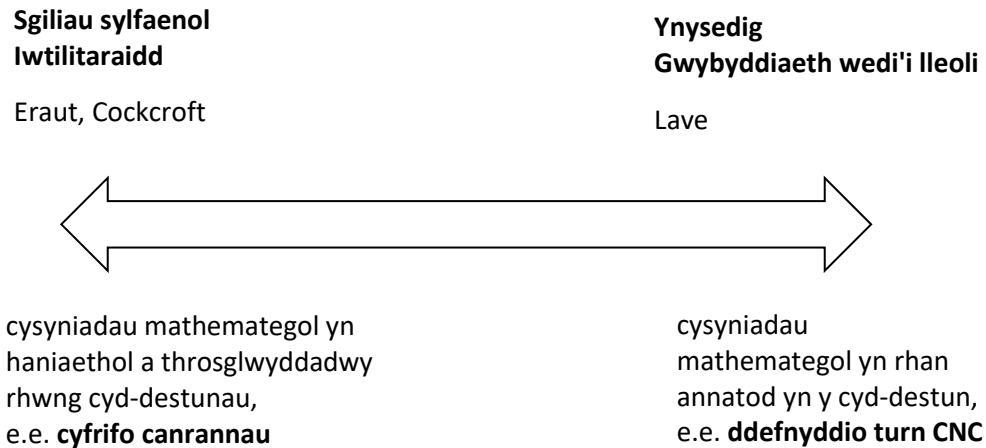
Gall y model hwn achosi problemau ar gyfer myfyrwyr sy'n gadael yr ysgol yn 16 oed i astudio cwrs galwedigaethol ymarferol. Efallai y byddant yn edrych ar fathemateg fel cyfres o bynciau nad ydynt yn perthyn, rhai ohonynt yn ymddangos i gael unrhyw berthynas i'w dewis broffesiwn. Algebra, yn arbennig, yn cael ei gweld gan lawer o ymadawyr ysgol fel pwnc sy dim yn cael llawer o ddefnydd ymarferol bob dydd.

Fel dewis arall o fan cychwyn i wneud dulliau mathemategol, yr ymagwedd a gymerwyd gennym yw gweithio o'r pen i'r gwaelod yn y maes galwedigaethol i nodi tasgau rhifedd y gallai fod angen i ymarferwyr ei wneud yn eu gwaith bob dydd. Yna caiff y tasgau yn cael eu dadansoddi gan y myfyrwyr a datrys gan ddefnyddio dulliau mathemategol, a allai fod yn gyfarwydd neu a allai angen eu dysgu ar y pryd. Yn ogystal, mae'r gwaith yn darparu cyfleoedd i atgyfnerthu gwybodaeth fathemategol yn y meysydd pwnc ehangach.



Ffigur 4: Model rhifedd galwedigaethol o'r pen i'r gwaelod

Mae ymchwilwyr yn anghytuno ynghylch ar faint y gallu rhifedd yn cael eu haddysgu fel sgil trosglwyddadwy y tu allan y gweithle (Ffigur 5). Er enghraifft: mae'n anodd cysylltu â'r sgil o weithredu turn dan reolaeth rifol cyfrifiadur yn uniongyrchol i'r pynciau mewn mathemateg ysgol. Fodd bynnag, mae yna amrywiaeth o sgiliau rhifedd trosglwyddadwy sy'n gysylltiedig, er enghraifft: geometreg ar gyfer deall llwybrau arfau, algebra ar gyfer gorchmynion rhaglenni, a defnyddio rhifau ar gyfer gwirio mesuriadau.



Ffigur 5: Cysyniadau mathemategol yn y gweithle

Er mwyn manteisio ar y ddau ddull, efallai y byddwn yn addysgu testunau galwedigaethol penodol mewn rhifedd fel cyfle i gyflwyno cysyniadau mathemategol y gellid eu cyffredinoli i geisiadau eraill. Byddai hyn yn caniatáu i fyfyrwyr ddatblygu eu sgiliau datrys problemau mewn sefyllfaoedd anarferol.

Ar ôl amlinellu strwythur cyffredinol posibl y gallai darpariaeth o rifedd yn cymryd mewn colegau, gadewch i ni yn awr yn troi ein sylw at yr hyn sydd o bosibl y mater canolog wrth ddatblygu rhifedd: agwedd myfyrwyr tuag at y pwnc. Heb agwedd gadarnhaol, dysgu yn annhebygol o fod yn effeithiol. Beswick, Watson & Brown (2006) yn dweud bod:

Attitude to mathematics has been recognised as a multi-dimensional construct that includes confidence or anxiety; liking or disliking mathematics; an inclination to engage in or to avoid mathematics; beliefs about whether one is good or bad at mathematics; and beliefs that mathematics is important or unimportant, useful or useless, easy or difficult, and interesting or uninteresting.

Mae pob olynol *Astudiaeth Tueddiadau mewn Mathemateg Ryngwladol a Gwyddoniaeth* (Mullis et al., 2012) wedi dangos perthynas gadarnhaol gref rhwng agweddau myfyrwyr tuag at fathemateg a'u llwyddiant mewn mathemateg.

Mae myfyrwyr yn aml yn dechrau cyrsiau galwedigaethol gyda phrofiad gwael o fathemateg yn yr ysgol a diffyg brwdfrydedd i wella eu sgiliau mathemategol (Lewis, 2013, 2014).

Boredom was identified as the single most common negative emotion....Pupils in top sets for mathematics exhibit dissatisfaction and aspects of disaffection with school mathematics as much as pupils in lower sets.

Yn ôl arolwg PISA o agweddau myfyrwyr gan y Sefydliad ar gyfer Cydweithrediad a Datblygiad Economaidd (OECD, 2012):

In the United Kingdom, students do not report high levels of intrinsic motivation. Only 56% of students agreed or strongly agreed that they are interested in learning mathematics: 59% of boys and 53% of girls.

Nodwyd gwahaniaethu mewn agwedd yn ymwneud â rhyw:

Girls in the United Kingdom do not enjoy mathematics, are anxious when asked to solve mathematical problems, and underperform compared with boys.

Mae Beswick, Watson & Brown (2006) yn rhoi sylwadau ar gymhelliant gwael rhai myfyrwyr ar gyfer mathemateg:

Students who do not see mathematics as being integral to their academic self-concept try to avoid the anxiety resulting from involvement in mathematical tasks. As they are unlikely to have or to develop the motivation to learn mathematics, the teacher should be patient, encouraging, and supportive of students' individual learning styles

Mae Middleton a Spinias (1999) yn arsylwi bod cymhelliant tuag at fathemateg yn cael ei ddatblygu yn gynnar, yn sefydlog iawn dros gyfnod o amser, ac yn dylanwadu'n fawr gan weithredu ac agweddau athrawon. Maent yn dweud bod:

Students need a relatively high degree of success in mathematics for engagement in mathematics to be perceived as worthwhile, and they need to feel that success in mathematics is attributable to their ability and effort.

Mae Lewis (2013) yn darparu astudiaeth achos o fyfyrwr, Anna, a wnaeth yn dda mewn mathemateg yn yr ysgol gynradd, ond colodd ei chymhelliant ar gyfer y pwnc pan drosglwyddo i grŵp o gyflawnwyr isel yn yr ysgol uwchradd:

Anna's story contains a dominant narrative, and this is one of her anger and anguish at being classified as a "C/D" and her corresponding performance at that "failed" level. This experience is in stark contrast to her early, innocent years, before labelling and failure, when she was able to get on with school mathematics in a seemingly untroubled way. However, the consequences of her failure go deep, and provide the motivational and emotional context in which all of her subsequent experiences are filtered and interpreted.

Cyflwynodd Dweck (1986) y cysyniad o *ddiymadferthedd a ddysgwyd*. Mae hyn yn cyfeirio at gyflwr lle mae'r myfyrwr wedi penderfynu eu bod ei ddim yn gallu llwyddo oherwydd diffyg gallu, a ddim yn gweld unrhyw bwrpas mewn parhau i drafferth â'r pwnc.

Fennema et al. (1990) godi'r mater y gallai athrawon atgyfnerthu diymadferthedd a ddysgwyd yn anfwriadol ar gyfer mathemateg mewn merched trwy driniaeth wahaniaethol y rhywiau. Gall bechgyn sy'n profi anawsterau yn cael eu gweld fel dangos diffyg ymdrech, ond gall merched yn cael ei ystyried fel un sydd â diffyg gallu.

Rydym yn falch o weld o arolwg yn ein coleg ein hunain bod myfyrwyr yn gyffredinol yn cael agwedd gadarnhaol tuag at fathemateg a rhifedd, heb deimlo ei fod yn agwedd problemus yn eu hastudiaethau, a chael ymdeimlad o foddhad wrth ddatrys problemau mathemategol yn llwyddiannus. Maent yn barod i ddyfalbarhau os ydynt yn gwneud camgymeriadau.

Ymddengys mai ein myfyrwyr yn gweld mathemateg fel arf angenrheidiol wrth ddatrys problemau sydd â'i anawsterau ar adegau, ond bod y rhain gellir eu goresgyn gydag ymdrech. Ceir golygfa eithaf niwtral o fathemateg, nad yn arbennig o bleserus nac yn arbennig o annymunol. Ymddengys ychydig iawn o ddiddordeb mewn arbrofi gyda mathemateg, y tu hwnt i'r hyn sy'n angenrheidiol i ddatrys problemau ymarferol mewn meysydd galwedigaethol y myfyrwyr neu fywyd bob dydd.

Efallai nad yw'n syndod fod ein myfyrwyr wedi cyrraedd y coleg gyda barn bod mathemateg yn cael strwythur anhyblyg iawn, gydag atebion cywir neu anghywir a ffyrdd cywir o ddatrys problemau penodol. Ymddengys bod canfyddiad bod rhaid i fformiwlâu i'w dysgu er mwyn datrys dosbarthiadau penodol o broblemau. Mae hyn yn cytuno gyda chanfyddiadau Ketterlin-Geller (2007), sy'n nodi bod:

By the time algebra is introduced in middle school, many students view mathematical principles as subjective and arbitrary and rely on memorization in lieu of conceptual understanding.

Mae ein myfyrwyr yn ymddangos yn hyderus yn eu defnydd o fathemateg bob dydd ac nid ydynt yn meddwl bod y fathemateg o fewn eu cyrsiau yn fygythiol. Maent yn dechrau bod yn ymwybodol o bwysigrwydd o ddeall yn iawn y dulliau mathemategol y maent yn ei ddefnyddio. Mathemateg yn cael ei weld fel dod yn fwy diddorol ar lefelau uwch, ond nid oes llawer o awydd i fynd ymhellach wrth astudio mathemateg fel pwnc arbenigol yn ei rinwedd ei hun. Byddem yn cytuno ag argymhelliad y Pwyllgor Ymgynghorol ar Addysg Mathemateg:

A wider curriculum and provision than exists at present should be developed in order to ensure that all young people are well placed to benefit from their studies in mathematics. While it is very desirable to increase the number of students taking AS and A-levels in mathematics and further mathematics, these students will only ever be in a minority and attention must also be directed to the rest of the cohort.

Fodd bynnag, dyma ni yn gweld problem. Gweithgareddau rhifedd sy'n gynnwys fel rhywbeth ychwanegol i brif amserlen yn aml nid yn cael eu gwerthfawrogi gan fyfyrwyr, sydd yn dymuno yn ddealladwy i ganolbwyntio ar eu prif gwrs galwedigaethol. Gall myfyrwyr yn teimlo bod eu hamser yn cael ei wastraffu os technegau a ddysgwyd eisoes ar lefel TGAU yn cael eu hailadrodd. Hyd yn oed os bydd myfyriwr yn aflwyddiannus mewn mathemateg yn yr ysgol ac yn angen cymorth adferol, mae'n annhebygol bydd y myfyriwr eu cymhelli drwy ailadrodd yr un materol.

Nid oedd lawer o'r myfyrwyr a gyfwelwyd yn ystyried y cwrs Rhifedd Sgiliau Hanfodol yn ddefnyddiol:

'Er y gallaf weld y rhesymau y tu ôl Rhifedd Sgiliau Hanfodol, yn gwneud cyrsiau gwyddoniaeth yn golygu fy mod yn gweithio gyda rhifau ac nid yw'n fawr o werth i mi. Mae'r gofynion ar ei gyfer bod yn sylfaenol iawn, felly yr wyf yn ei diflasu iawn. Fy awgrym ar gyfer ei wella byddai'n ei integreiddio gyda chyrsiau'r myfyrwyr, er mwyn iddynt gwblhau'r gwaith ynghyd â'u pynciau eraill yn ogystal â dysgu mathemateg newydd sy'n ddefnyddiol ar gyfer y pynciau hynny. '

'Bu adegau pan oeddwn yn gorfodi i gymryd pynciau a fwriadwyd yn glir i wella sgiliau rhifedd yn amlwg nad yn gweithio. Cwrs cymhwysio nifer ar gyfer y Bac Cymreig oedd mor syml a diflas fy mod i ddim wedi dysgu dim byd. '

'Doedd y cwrs ddim yn wir dysgu i ni sut i fesur unrhyw beth na sut i wneud penderfyniadau ar sut i wirio data. Cawsom ein bwydo gyda data a dweud yn union beth i'w wneud ag ef. Cawsom ganlyniadau a baratowyd ymlaen llaw, hyd yn oed ar gyfer unrhyw dablau sydd eu hangen arnom. '

'Nid oedd Cymhwysio Rhif yn llawer o help i fy nysgu. Dywedwyd wrthym am ddewis cyrchfan ar gyfer taith roedd rhaid i ni drefnu, ond yna rydym rhoddyd manyleb enfawr sy'n cyfyngu yn ddifrifol ar y dewisiadau. Cynhyrchodd hyn diffyg llwyr o ddiddordeb. '

Roedd Sgiliau Hanfodol Rhifedd yn gweld fel rhy syml i fod o werth addysgol neu ddiddordeb, ac mae angen am wahaniaethu oedd ei nodi gan nifer o fyfyrwyr.

Does ddim amheuaeth bod angen gwirioneddol i wella rhifedd, oherwydd yr anawsterau a brofir gan rai myfyrwyr wrth wynebu problemau rhifedd.

Yn ystod ein prosiect, cafodd cyfweiliadau clinigol (Ginsburg, 1981) eu cynnal gyda myfyrwyr a ddewiswyd o blith yr ystod o gyrsiau. Gofynnwyd i'r myfyrwyr i roi sylwebaeth ar eu rhesymu wrth geisio i ddatrys problemau mathemategol amrywiol. O ddadansoddiad o'r trawsgrifiadau cyfweiliad, nodwyd pedwar anawsterau penodol:

- Diffyg o eirfa fathemategol arbenigol. Cafodd myfyrwyr anhawster disgrifio nodweddion o raffiau, hafaliadau ac endidau mathemategol eraill.
- Dim cysylltiad cryf rhwng rhif ac algebra yn datrys problemau (Lee & Wheeler, 1989). Mae myfyrwyr ddim yn gwneud unrhyw ymgais i ddeall perthynas mewn fformiwlâu drwy roi gwerthoedd rhifiadol, a ddim yn gwneud unrhyw ymgais i ddyfeisio fformiwlâu i symleiddio'r drin ailadroddus o ddata rhifiadol.
- Mae dewis am gyfiawnhad drwy esiampl congrid. Yn gyffredinol mae'n well gyda myfyrwyr i fesur siapiau solid i ddatrys problemau, yn hytrach na ddefnyddio rhesymu mathemategol haniaethol.
- Camddefnyddio algorithmau safonol a ddysgwyd mewn modd arwynebol heb ddealltwriaeth iawn. Enghreifftiau sy'n achosi anhawster yn cynnwys fformiwlâu ar gyfer arwynebedd a chyfaint, ochrau trianglau, a thrigonometreg.

Tasgau sy'n cynnwys technegau algebraidd yn cael eu gweld yn gyffredinol fel mwy anodd na thasgau sy'n ymwneud â siâp neu rif. Mae rhai gwahaniaethau mewn canfyddiad o anhawster yn bodoli rhwng y gwahanol grwpiau galwedigaethol y gwnaethom arolwg ohonynt, a allai fod yn gysylltiedig â thasgau rhifedd ymarferol y mae'r myfyrwyr yn gwneud yn ystod eu cyrsiau. Myfyrwyr gwaith coed yn ymddangos yn fwy hyderus gyda phroblemau geometrig, tra bod myfyrwyr busnes yn hapusach gyda thasgau algebraidd.

Dydy anawsterau rhifedd ddim yn cyfyngu i Addysg Bellach, a phroblemau hefyd yn amlwg mewn Addysg Uwch. Mae'r adroddiad " Every Student Counts " a gyhoeddwyd gan yr Academi Addysg Uwch yn dyfynnu darlithydd seicoleg (Tariq et al, 2010):

Because teaching time is limited, and because staff time is very pressurised, I don't feel that we have enough time to really explain the background to statistics (i.e. how everything is derived) in a way that students find meaningful. They get the theory in their lectures, but I don't think they find it easy to tie that in with the practical elements (e.g. use of SPSS), and by the time they're getting to grips with the practical stuff, the theory is just a distant memory.

Mae cymhelliant ymddangos yn ganolog i ddatblygiad llwyddiannus y myfyrwyr mewn rhifedd. Middleton a Spinias (1999) yn ei weld fel llawer gwell i ddatblygu cymhelliant cynhenid drwy werth a diddordeb y deunydd pwnc a'r tasgau a gyflwynir, yn hytrach na darparu cymhelliant anghynhenid trwy wobrau neu gosbau sy'n seiliedig ar berfformiad:

To facilitate the development of students' intrinsic motivation, teachers must teach knowledge and skills that are worth learning. Students must understand that the mathematics instruction they receive is useful, both in immediate terms and in preparing them to learn more in areas in which mathematics can be applied, such as: physics or business. Use of ill-structured, real-life problem situations in which the use of mathematics facilitates uncovering important and interesting knowledge promotes this understanding.

Mae ymatebion i'n harolwg yn dangos gwerth o ganiatáu i fyfyrwyr ddewis, dylunio a chymryd cyfrifoldeb am dasgau, fel modd o gynyddu cymhelliant.

' Mae'r prif gymhwysiad o rif yn ystod fy amser yn y coleg wedi bod mewn gwaith ymarferol sydd wedi troi o gwmpas pynciau rwyf wedi dewis, a thrwy hynny yr wyf wedi cael diddordeb ynddynt. Mae hyn yn golygu rydw i wedi bod yn fwy parod i ymchwilio a meddwl drwy'r problemau.'

Gofynnwyd ein myfyrwyr am eu barn ar weithgareddau rhifedd y maent wedi ymgymryd yn y coleg fel rhan o'u cyrsiau. Mae myfyrwyr a ddisgrifir yn frwdfrydig tasgau rhifedd y maent wedi cymryd rhan ynddo ac y maent yn werth chweil ac yn ddiddorol:

'Yn ystod dosbarthiadau ffiseg dywedwyd wrthym am greu dyfeisiau i ddangos deddfau ffiseg gwahanol. Yr wyf yn gwneud craen i brofi'r egwyddor o fomentau. Roedd rhaid i mi ychwanegu gwrthbwysau ar ben arall i'r prif bwysau i gynnal cydbwysedd. '

'Rwy'n cynhyrchu rhaglen mewn cyfrifiadureg sy'n efelychiad o gysawd yr haul. Cysylltais â Phrifysgol Aberystwyth, a roddodd i mi tabl o ddata ar geometreg yr orbitau'r planedau.'

'Mewn busnes, rwy'n wneud mantolau treial a mantolenni. Rwy hefyd yn gweithio ar gymarebau gerio ariannol sy'n ddiddorol a bydd yn fy helpu yn y dyfodol.'

'Roedd rhaid i ni gymryd rhan mewn her menter, lle bu'n rhaid i ni werthu cynnyrch i wneud elw. Roedd rhaid i ni gyfrifo'r gyllideb i brynu offer a chynhwysion. Roeddwn yn teimlo bod yr her hon wedi gwella fy rhifedd.'

'Rwyf wedi cynnal tasg gynllunio ar gyfer cegin newydd, ystafell ymolchi newydd, moderneiddio'r fflat, ac atgyweirio'r to. Rwy'n amcangyfrif y costau a gynlluniwyd y gwaith i'w wneud yn y gweithdy ac ar y safle. Mae hyn wedi fy helpu gyda fy rhifydddeg, canrannau ac amcangyfrif, a bydd yn gwneud gwaith yn fy nghreffft yn llawer haws.'

Dangoswyd dewis clir ar gyfer rhifedd ymarferol. Gall hyn fod yn gyfystyr ag elfennau o'r model dysgu oedolion estynedig: cymryd rhan mewn cymuned ymarfer, a myfyrio ar ymarfer:

'Mewn ffiseg gennym sesiynau ymarferol. Mae'r rhain yn hwyl. Rydym yn cael profiad wrth sefydlu offer mesur electronig a gweld ble mae'r data yn dod, ac rydym yn deall sut y gall camgymeriadau yn digwydd. Mae'n rhaid i ni ddefnyddio'r fformiwlâu priodol ac weithiau addasu'r rhain i gael yr atebion cywir.'

'Yn ystod gwersi electroneg rydym yn cynnal arbrofion, yn cynnwys fel arfer amlfesurydd i brofi folteddau a gwrthiannau mewn cylchedau o dan amgylchiadau gwahanol. Mae'r arbrofion bron bob amser yn cynnwys rhifedd. Byddem yn cymryd y data a chreu graff i ddangos y berthynas, neu ddefnyddio fformiwlâu i ddadansoddi'r data. Mae hyn yn ffordd effeithiol a phleserus iawn o weithio gan ddefnyddio rhifedd.'

'Gwersi cyfrifiadureg yn aml yn gofyn i ni ddatrys problem fathemategol gyda rhaglen, ond nid ydym yn rhoi unrhyw gliwiau ar sut i'w datrys gan eu bod i gyd yn wahanol. Felly mae'n rhaid i ni adnabod y rhifau a cheisio creu fformiwlâ i roi'r ateb cywir. Mae hyn yn hwyl, gan ei fod yn ein galluogi i feddwl a dod o hyd i ffyrdd o ddatrys problem ein bod yn deall - oherwydd ein bod wedi creu dull o ddatrys ein hunain.'

'Rwy'n ei meddwl bod mathemateg yn hawdd yn y gweithdy ac mae'n ddiddorol ac yn ddefnyddiol.'

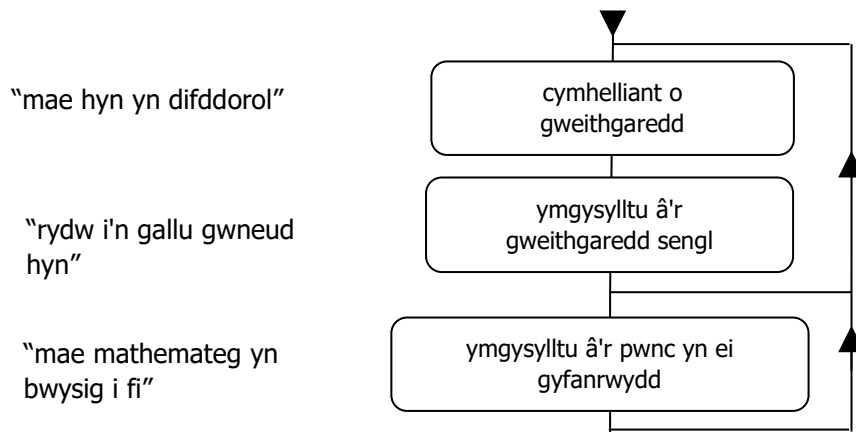
Mynegodd ein myfyrwyr llai o ddiddordeb mewn tasgau rhifedd nad oedd wedi'u cyflwyno mewn cyd-destun galwedigaethol ymarferol:

'Mewn gwaith nad yn ymarferol, yr wyf yn teimlo nad yw'r rhifedd mor ddiddorol. Mae hyn oherwydd fy mod yn mwynhau casglu data yn y lle cyntaf ac yn teimlo'n fwy parod i weithio gydag ef.'

'Yn aml, rydym yn cael enghreifftiau o gwestiynau arholiad, ond nid ydynt wir yn dysgu dim i ni. Mae'r rhain yn aml yn ddiflas fel yr ydym wedi bod yn astudio'r pynciau am gyfnodau hir o'r cwrs ac yna gofynnir i weithio drwy'r un pethau drosodd a throsodd.'

'Mae arholiadau a gwaith theori traddodiadol yn rhoi'r argraff eu bod yn bwydo gwybodaeth yn hytrach na ei dysgu i'r myfyrwyr. Er mwyn cael diddordeb, mae'n rhaid i chi gymryd rhan ac yn casglu'r data ei hun.'

Rydym wedi darganfod mai'r model cymhelliant MeE gan Munns a Martin (2005) fod yn fframwaith defnyddiol ar gyfer datblygu cyrsiau rhifedd. Mae'r model yn canolbwyntio ar yr angen i gyflwyno gweithgareddau dysgu diddorol. Mae'r myfyrwyr yn cael teimlad o foddhad ar ol gyflawni gweithgaredd yn llwyddiannus. Mae'r llwyddiant yn ei dro yn arwain myfyrwyr i ddatblygu ymgysylltiad personol â'r pwnc yn ei gyfanrwydd, trwy'r mwynhad a diddordeb y mae'n ei ddarparu, fel eu bod yn cymhell i ddatblygu eu sgiliau a'u gwybodaeth i lefel uwch:



Ffigur 6: Model cymhelliant MeE gan Munns a Martin (2005)

Mae Munns a Martin yn argymhell cyflwyno'r gwaith mwyaf diddorol o'r cychwyn o gwrs, fel ffordd o gynhyrchu brwdfrydedd. Efallai y bydd angen i athrawon symleiddio tasgau i sicrhau bod myfyrwyr yn cyrraedd canlyniad llwyddiannus a chael ymdeimlad o gyflawniad. Mae'n bwysig bod myfyrwyr yn ystyried y tasgau i fod yn realistig, yn berthnasol ac yn werth chweil.

Mae nifer o awduron a sefydliadau wedi datblygu dulliau ysgogol am addysgu rhifedd. Efallai y byddwn yn sôn am:

Gwaith gan Sefydliad Nuffield wrth ddatblygu'r cymhwyster UG Defnyddio Mathemateg ac adnoddau addysgu cysylltiedig. Mae hyn yn cydnabod pwysigrwydd caniatáu i fyfyrwyr ymreolaeth wrth gynllunio a chynnal eu hymchwiliadau mathemategol eu hunain fel modd o ddatblygu sgiliau datrys problemau, sgiliau dysgu annibynnol yn effeithiol, ac wrth wella cymhelliant. Mae Hernandez-Martinez et al. (2011) wedi gwneud astudiaeth o'r elfen prosiect mewn Defnyddio Mathemateg lefel UG, a nodwyd mewn myfyrwyr: mwy o ddyfnder o ddealltwriaeth; mwy o gymhelliant a dysgu trwy foddelu mathemategol a defnyddio technoleg; newidiadau i weithgareddau dysgu oedd yn hyrwyddo dysgu myfyriwr canolog; ac asesu a oedd yn fwy addas i rai myfyrwyr.

- Gwaith yn China gan grwpiau o athrawon addysg bellach, yn arbennig: Tang, Sui a Wang (2003). Mae'r gwaith hwn wedi nodi ystod o strategaethau ar gyfer ymgorffori gweithgareddau datrys problemau realistig i mewn cyrsiau galwedigaethol, ac unwaith eto wedi dangos gwerth y dull hwn o ran gwella cymhelliant myfyrwyr a sgiliau mathemategol.
- Gwaith yn Singapore (Ang, 2001) ac Awstralia (Stillman et al., 2007) ar y defnydd o fodelu mathemategol fel modd o ddatblygu gallu myfyrwyr i ddatrys problemau mewn sefyllfaoedd byd go iawn.

Mae'r enghreifftiau hyn o dulliau dysgu arloesol mewn rhifedd yn cael nifer o nodweddion yn gyffredin: gyflwynir problemau i fyfyrwyr yn sefyllfaoedd byd go iawn realistig; mae'n rhaid i fyfyrwyr dadansoddi'r problemau a dyfeisio eu dulliau eu hunain o hydoddiant; mae'n rhaid i ddata fod ar gael drwy fesur neu chwiliad llenyddiaeth; mae'n rhaid i'r data gael ei brosesu, yn aml gyda chymorth technoleg gyfrifiadurol; ac yn olaf mae'n rhaid i'r datrysiad broblem yn cael ei gyflwyno mewn ffurf sy'n glir i'r gynulleidfa arfaethedig.

Mae'r dulliau a amlinellir uchod yn gyson a'r anghenion cyflogwyr a hefyd a'r gofynion i gymell myfyrwyr i wella eu sgiliau rhifedd.

Mae llawer o awduron yn nodi pwysigrwydd yr athro. Beswick, Watson & Brown (2006) yn gwneud y sylw:

Students will feel more comfortable taking risks if they know that they will not be criticized or humiliated for making mistakes.

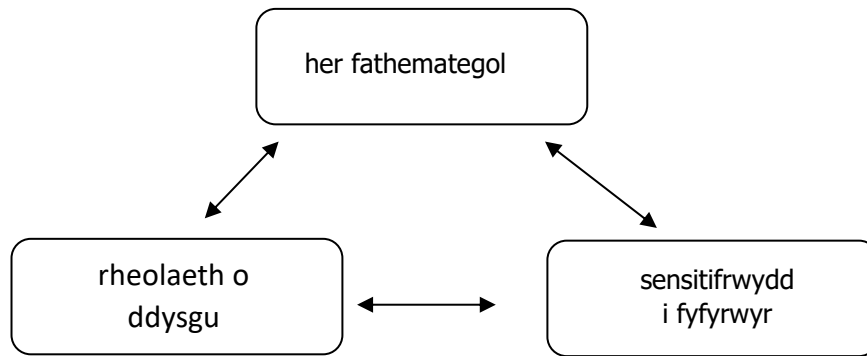
Gallu fod cefnogaeth y tiwtor yn hanfodol, yn enwedig lle y mae myfyrwyr yn profi anawsterau ac yn teimlo'n ansicr. Mae Carl Rogers (2001) yn rhestri tair nodwedd o diwtoriaid cefnogol:

- derbyn a hoffter o'r myfyriwr fel unigolyn, heb ystyried unrhyw broblemau y gallent fod yn achosi
- dealltwriaeth empathig o'r anawsterau y gallai'r myfyriwr fod yn eu hwynebu
- gonestrwydd yn rhyngweithio gyda'r myfyriwr fel y mae cyd-ymddiriedaeth yn cael ei ddatblygu.

Ni fydd myfyrwyr yn teimlo'n gyfforddus i ofyn am gymorth gan diwtor y maent yn synhwyro nad yw'n eu hoffi, nid oes gan ddealltwriaeth o'u problemau, neu'n debygol o guddio gwybodaeth ganddynt neu fod yn annibynadwy yn y trefniadau a wnânt ar eu rhan.

Mae nifer o astudiaethau wedi cael eu cynnal o agweddau athrawon i fathemateg a rhifedd (Beswick, Watson & Brown, 2006). Mae'n amlwg bod angen lefel uwch o wybodaeth fathemategol mewn athrawon er mwyn datblygu hyder i greu gweithgareddau arloesol.

Os yw gweithgareddau dysgu yn llwyddiannus, efallai y bydd angen differu rhwng cynnwys y gweithgaredd, y modd y cafodd ei gyflwyno gan yr athro, a'r amgylchedd cymdeithasol lle mae'r gweithgaredd wedi'i gyflawni. Gall y tri ffactor yn cyfateb i theori Jaworski (1992), sydd wedi cynnig triad o gydrannau ar gyfer addysgu mathemateg yn effeithiol (Ffig. 7).



Ffigur 7: Model addysgu mathemateg gan Jaworski

Her fathemategol yn cael ei gyflawni trwy ddarparu gweithgaredd mathemategol ysgogol i fyfyrwr y maent yn eu hystyried yn werth chweil.

Rheoli dysgu yn ymwneud â'r modd y mae'r athro yn trefnu'r gweithgaredd, efallai caniatáu trafodaethau grŵp cyfan neu adborth gan fyfyrwr unigol ar gynnydd y dasg.

Sensitifrwydd i fyfyrwr yn galluogi'r athro i adnabod cyfleoedd ar gyfer cyflwyno dulliau a sgiliau mathemategol newydd drwy ddysgu pedagogaid

O'r grwpiau galwedigaethol a arolygwyd gennym, mae'r myfyrwr cyfrifiadureg yn ymddangos y mwyaf hyderus wrth drin tasgau mathemategol. Efallai mai hyn oherwydd eu sylfaen gref yn y fathemateg drwy ddefnyddio newidynnau data a chyfesurynnau graffeg. Fodd bynnag, mae lleiafrif sylweddol o'r grŵp cyfrifiadurol yn gweld rhifedd fel anodd. Darlithwyr mewn cyfrifiadureg, ac mewn llawer o bynciau eraill, yn debygol o addysgu grwpiau gyda gallu rhifedd cymysg iawn. Efallai y bydd yn bwysig ystyried y dyluniad o weithgareddau dysgu sy'n caniatáu gwahaniaethu, er mwyn peidio â digalonni myfyrwr gwannach neu golli diddordeb y myfyrwr mwy galluog.

Mae myfyrwr yn cael eu cymell i astudio trwy wahanol goliau (Meece, Blumenfeld a Hoyle, 1988).

Mae cyfeiriadedd **gôl meistrolaeth** yn digwydd pan fo myfyriwr yn datblygu cymhelliad cynhenid i gyrraedd lefel benodol o sgil neu wybodaeth.

Mae cyfeiriadedd **gôl cystadleuol** disgrifio cymhelliant myfyriwr drwy berfformio yn well nag aelodau eraill y grŵp. Sut bynnag, mae gôl meistrolaeth yn cael ei ystyried yn llawer mwy effeithiol na gôl gystadleuol o ran cyflawni deilliannau dysgu.

Mae cyfeiriadedd **gôl gymdeithasol** yn cynrychioli awydd gan y myfyriwr i gymryd rhan mewn astudiaethau oherwydd eu bod yn mwynhau cymryd rhan yn y dosbarth gyda ffrindiau. Ar yr amod bod nod gymdeithasol yn cael ei gyfuno â gwir diddordeb mewn astudio'r pwnc, gall hyn roi cymhelliant cryf i gymryd rhan mewn gweithgareddau cwrs.

Mae archwiliad o waith ymchwil blaenorol yn dangos bod cymhelliant yn ffactor o bwys wrth ddatblygu rhifedd myfyrwyr. Efallai yn fwy nag mewn unrhyw bwnc arall, gall myfyrwyr ddatblygu agweddau negyddol tuag at fathemateg trwy amau eu gallu eu hunain. Gall agweddau negyddol yn cael eu gwrthweithio gan gyfuniad o addysgu cefnogol, cyflwyniad y gweithgareddau dysgu diddorol, ac effeithiau ysgogol o ganlyniadau llwyddiannus. Efallai y bydd angen i diwtoriaid fod yn arbennig o ymwybodol o'r angen i fod yn sensitif wrth gefnogi merched sydd wedi datblygu cyflwr o ddiymadferthedd a ddysgwyd mewn mathemateg.

Efallai bydd y dull a ddefnyddir wrth ddatblygu cymhelliant myfyrwyr fod yn ffactor pwysig ar gyfer llwyddiant mewn rhifedd. Mae gôl meistrolaeth ble mae'r myfyriwr yn cymryd plaser wrth gyflawni safon foddhaol yn cael ei ystyried yn fwy dymunol na gôl gystadleuol, lle mae myfyrwyr yn unig yn dymuno i berfformio'n well na eu cyfoedion. Mae hyn yn awgrymu y dylid rhoi mwy o bwyslais ar ennill y sgiliau i ymgymryd â thasgau rhifedd byd go iawn yn annibynnol, gyda myfyrwyr yn ennill ymdeimlad o gyflawniad trwy ddatrys problemau yn llwyddiannus. Dylid llai o bwyslais ar asesiadau safonol arferol yn seiliedig ar dechnegau mathemategol penodol.

Mae ffactor arall sy'n gallu gwneud gôl meistrolaeth fwy dymunol na gôl gystadleuol ydy pwysigrwydd o ddatblygu gallu myfyrwyr i weithio'n gydweithredol gydag eraill. Mae gweithio yn effeithiol mewn grŵp yn cael ei weld gan gyflogwyr fel ffactor pwysig ymhlith y staff, ond yn cynnwys sgiliau cymdeithasol cymhleth yn ogystal â sgiliau gwaith. Underwood (2003) yn trafod problemau rhyngweithio cymdeithasol a all godi o fewn grwpiau o fyfyrwyr sy'n ymgymryd tasgau prosiect. Mae llwyddiant yn fwy tebygol pan fydd myfyrwyr yn gweithio tuag at amcan a rennir na wrth gystadlu â'i gilydd.

Crynodeb

Mae cymhelliant myfyrwyr da yn ymddangos i fod yr allwedd i ddatblygu sgiliau rhifedd yn ystod cyrsiau galwedigaethol. Rydym wedi canfod bod cymhelliant ar ei uchaf pan fydd gweithgareddau rhifedd yn cael eu hintegreiddio i mewn i weithgareddau cwrs mewn ffordd sy'n efelychu yn realistig datrys problemau yn y gweithle.

Mae myfyrwyr yn dod yn fwyaf ymgysylltiedig pan gyflwynwyd prosiectau ymarferol lle gallant gasglu eu data eu hunain ac yn cael y rhyddid i ddatblygu eu hatebion eu hunain. Gall y dull hwn yn helpu i ddatblygu sgiliau datrys problemau, ac yn annog dealltwriaeth ddefn o dechnegau rhifedd sy'n cael eu dewis a'u defnyddio yn y prosiect.

Efallai y byddwn yn trafod yr integreiddiad effeithiol o weithgareddau rhifedd i mewn i gyrsiau galwedigaethol o ran y model addysgu Jaworski:

Mae **her fathemategol** yn gofyn am ddewis o broblem wirioneddol ddiddorol ac yn realistig neu brosiect yn ymwneud â maes galwedigaethol mai'r myfyriwr yn astudio.

Gallai **rheoli dysgu** caniatáu i fyfyrwyr weithio mewn grwpiau bach i gynllunio strategaeth ateb, casglu'r data angenrheidiol, yn cynnal y dadansoddiad, ac yn adrodd ar y canlyniadau.

Byddai **sensitifrwydd i fyfyrwyr** yn golygu'r tiwtor gymryd ar rôl cynghorydd ac ymgynghorydd. Byddai'r tiwtor monitro cynnydd yn anymwthiol a chynnig cyngor a gwybodaeth arbenigol am dechnegau mathemategol addas. Byddai hinsawdd yn yr ystafell ddosbarth yn cael eu hannog lle mae meistrolaeth a nodau cymdeithasol yn cael eu hyrwyddo.

Gall goruchwylio gwaith prosiect penagored yn her. Bydd tiwtoriaid yn elwa o wybodaeth gefndir eang o'r maes galwedigaethol a'r technegau mathemategol perthnasol ar gael ar gyfer datrys problemau.