

10. osztályra jellemző példa 1995-ben, hogy bár kétharmaduk fel tudta ismerni és érti a lineáris kapcsolatot, többségük nem tudta felírni a megfelelő lineáris függvényt. Több mint kétharmaduk nem tudott megoldani egy egyszerű százalékszámítási feladatot. (1) Napjainkra ez az általános színvonalas és mérséklődött (talán megállt). Meg kell jegyeznünk viszont, hogy a kerettantervi további óraszámcsökkentés (4. és 6. osztályban heti 3 órára) várható negatív hatása még csak ezután jelentkezhet.

A rendszeressé vált monitor mérések folytán remélhetőleg mihamarabb megoldható lesz, hogy az iskolatípusonkénti és korcsoportonkénti országos átlagteljesítmény minden tanárhoz eljusson. Témakörként, alapkészségeket mérő, illetve az

összetettebb vagy fejlettebb képességeket mérő minta-kérdésekre gondolok, a valóságos monitor-tesztek (szűkített?) verzióira a valóságos átlagértékekkel. Ez jelenthetne a tanár számára olyan objektív skálát, „kapaszkodót”, amellyel mérni tudná osztá-

lyai, tanulói fejlődését attól kezdve, hogy hozzá kerültek, addig, míg elbocsátja azokat. Többek között ettől lehetne remélni a színvonal újbóli emelkedését.

Helyzetünk a nemzetközi mezőnyben

Az eddigi legnagyobb szabású nemzetközi mérést az 1995-ös IEA-TIMSS mérés valósította meg matematikából, 45 ország közel 15 ezer iskolájának félmillió tanuló-jával. Eszerint a 13–14 éveseknél a magyar tanulók 41 ország között a 14. helyen végeztek (8. európaiként). (2) Ez relatív visszaesést jelent az 1991-es IAEP méréshez képest, amikor is – igaz, csak 20 ország között – Svájjal együtt Magyarország volt Európában a legerősebb, miközben csak Dél-Korea és Tajvan végzett előttünk. (3) A tesztkérdések csaknem kétharmada

hozzáférhető a nemzetközi átlagokkal együtt. Hasznos lenne ezeket a magyar minta átlagaival együtt itthon is publikálni.

Két szűkebb körű, de hosszabb távú nemzetközi mérésről is említést teszek

A Kassel-Exeter nemzetközi projekt keretében 1993 és 1996 között 13–16 éves tanulók (nálunk 14–16 évesek, pontosabban 9–10. osztályosok) fejlődését vizsgáltuk matematikából. Bár elsősorban az egyes országokon belüli fejlődés vizsgálatát céloztuk, és így a részt vevő 20 ország adataival csak részben rendelkezünk, azért megállapítható, hogy (gyengülésünk dacára is) még mindig több ország számára pozitív mintát jelent matematikatanításunk. A projekt angol vezetőjének cikkei, magyarországi órafelvételeinek alkalmazása

kinti továbbképzések során, továbbá koncepcióknak érvényesítése egy kinti matematikatanítási kísérletükben egyaránt ezt igazolják. (4) 14+ éves korukban 8 ország között Szingapúr mögött a másodikkak voltunk. Lengyel, német, angol, skót, finn és nor-

vég eredménnyel tudtuk még eredményünket összevetni. Rá egy évre a lengyelekkel helyet cserélve a harmadik helyen végeztünk, csekély hátránnyal. (5)

A projektet a Kasseli Egyetem Matematika Tanszéke (Werner Blum professzor vezetésével) és az Exeteri Egyetemen működő Matematikatanítási Innovációs Központ (CIMT, David Burghes professzor vezetésével) indította.

Az International Project in Mathematics Attainment (IPMA) nevű projekt keretében 1998-tól 2004-ig 5–11 éves tanulók (nálunk 6–11 évesek, pontosabban 1–5. osztályosok) fejlődését vizsgáljuk longitudinális méréssel. (6) Kevés még az adatunk, de eddig viszonylag jól állunk. Az eltérő iskolakezdési életkor, illetve az óvodai előkészítő szakasz különbségei miatt csak nagyon korlátozott összehasonlító-

Nemzetközi szinten veszítettünk régebbi erős pozíciónkból, de még a mezőny első harmadának végén vagyunk. Az iskolázás első szakaszában még erősek vagyunk. Ezek a megállapítások a teljes populációra vonatkoznak, hiszen a matematikai olimpiákon egyenletesen az élvonalban teljesítenek a magyar diákok.

sokra gondolhatunk. Még 9 éves kor után sem lehet minden két ország eredményét reálisan összevetni. Azt azonban közölhetem, hogy a 6+ éves kortól beiskolázó 8 ország között az 1. osztály év eleji (tehát tanítás előtti) induló 1. tesztben a hatodik helyen kezdtünk, rá egy évre a 2. tesztben a nagyon magasról induló Kína és Szingapúr mögött a harmadikak voltunk, míg a 3. tesztben már a második helyen állunk Kína mögött.

A projektet az Exeteri Egyetem Matematikatanítási Innovációs Központja (Centre for Innovation in Mathematics Teaching, CIMT) kezdeményezte David Burghes professzor vezetésével.

Összegezve tehát azt mondhatjuk, hogy nemzetközi szinten veszítettünk régebbi erős pozícióinkból, de még a mezőny első harmadának végén vagyunk. Az iskolázás első szakaszában még erősek vagyunk. Ezek a megállapítások a teljes populációra vonatkoznak, hiszen a matematikai olimpiákon egyenletesen az élvonalban teljesítenek a magyar diákok.

Nemzetközi összefogás a matematikatanítás erősítéséért

Matematikatanításunk helyzetének az is jellemzője, hogy milyen mértékben veszünk részt nemzetközi együttműködésben. A nemzetközi szervezetekben, konferenciákon, kutatási-fejlesztési programokban, kiadványokban szép számmal találhatunk magyar résztvevőket. Több magyar és magyar származású külföldi szakember alapozta meg matematika-didaktikánk jó hírnevét, elég, ha most csak a legnevesebbek, *Pólya György*, *Varga Tamás*, *Dienes Zoltán* munkásságára és elismertségére gondolunk. Örömmel nyugtázzhatjuk, hogy a KöMaL internetes oldalát sok külföldi ismeri már és hogy *Róka Sándor* Abakusza az USA-ból szintén az internetre került és angol nyelven kínálja a szép általános iskolás problémákat és a pontversenyt. (7) Ugyanakkor a 60-as évektől kezdve nem került sor több kiemelkedő hazai kutató-fejlesztő matematikus, matematika-didaktikus, matematikatanár egyéniség (csoport)

koncepciójának, eredményeinek külföldi megismertetésére. Gondolok többek között *Kárteszi Ferenc*, *Peller József*, *Vörös György*, *Forrai Tiborné*, *Urbán János*, *C. Neményi Eszter*, *Hajdu Sándor*, *Ujvári István* (és csoportjaik) munkásságára, eredményeire, de a felsorolás folytatható lenne.

Két újabb programról és kezdeményezésről résztvevőként is említést tehetek.

A Mathematics Enhancement Programme (MEP) nevű matematikatanítási kísérletet szintén az Exeteri Egyetem Matematikatanítási Innovációs Központja (CIMT) indította el és futtatja Nagy-Britanniában. A Kassel-Exeter projekt első eredményei és a németországi, szingapúri, magyarországi, lengyelországi, csehországi, oroszországi, ukrainai (stb.) óralátogatások hatására 1996-tól a 10–11. osztályos programmal indultak, lényegében a magyar és a hasonló közép- és kelet-európai „egész osztályos interaktív tanítási” koncepcióra alapozva. Az első év biztató eredményei mellett nyilvánvalóvá vált, hogy hatékonyabb lenne számukra a szokatlanul más stratégiájú és módszerű tanítás korábbi elkezdése, így 1998-tól 7. osztályok, illetve 1. osztályok léptek be a kísérletbe. (8) Jelenleg már az 1–4. és a 7–11. osztályokban folyik a kísérlet.

Az első négy osztály kísérletében (magyarországi tankönyvre is támaszkodva) óravázlatokkal és munkalapokkal támogatjuk koncepciónk hatékonyabb átvitelét. Az eddigi eredmények igen biztatóak. A kontrollcsoport átlagának meghaladása, illetve a korosztályos országos átlag meghaladása mellett jellemző, hogy egyes hátrányos helyzetű gyerekeket tanító iskolák is megközelítették az IPMA tesztben a szingapúri, kínai és magyar átlagokat. Az 1–4. osztályos MEP kísérlet folyamatosságát hátrányosan érintette, hogy az 1999-től beindított országos National Numeracy Strategy (NNS) program miatt több kísérleti iskolát eltanácsoltak egyes helyi tanácsadók a MEP folytatásától, (tévesen) arra hivatkozva, hogy az nem kompatibilis az NNS programmal. Ugyanakkor kiderült, hogy a MEP koncepciójának egyre több lényegi elemét kezdik átvenni nem-

MEP iskolák és tanítók, sőt az az NNS koncepciójára is hatást gyakorolt. Nő az a hatás is, amit a kísérleti anyagok Internetre helyezése váltott ki angol nyelvterületen, sőt más országokban is. (9) Legújabbán Finnország érdeklődik a magyar matematikatanítás iránt, benne alsós tankönyvek adaptálása iránt. Megtörténhet ugyanakkor, hogy Anglia néhány év múlva megelőz minket, hiszen náluk az első hat évfolyamon 5 a heti óraszám.

International Journal for Mathematics Teaching and Learning (IJMTL) (Nemzetközi folyóirat a matematika tanításáért és tanulásaért) elnevezéssel 2000-ben angol nyelvű elektronikus folyóiratot indított a CIMT (Exeteri Egyetem) és a Nyíregyházi Főiskola Matematika és Informatika Intézete. (www.intermep.org)

(Lapzárta után értesítettünk az OECD PISA 2000 nemzetközi mérés eredményéről. Eszerint értő olvasási, alkalmazási képességek terén a magyar 15+ éves tanulók 31 ország között átlagban a 23. helyen teljesítettek, míg a gyakorlatias matematikai szövegértésben (mathematical literacy) a 20. helyet értük el.

Ezt a méréssel kapcsolatban jelentkező, többé-kevésbé jogos kritikai észrevételek mellett is komoly figyelemzetésként kell értékelnünk.

Ugyanakkor első ránézésre elmondhatjuk, hogy a „matematikai szövegértésben” mutatott igen gyenge eredmény természetes következménye a még súlyosabb általános értő olvasási gyengeségnek.)

Jegyzet

- (1) Jelentés a magyar közoktatásról 1995, 1997, 1999. OKI, Budapest. www.oki.hu
- (2) Általános iskolások tudásszintje. (1996) *Fizikai Szemle*, 11.
- (3) Foxman (1992): *Learning Mathematics & Science: The Second International Assessment of Educational Progress in England*. NFER
- (4) Burghes, D. N. (1995): Hungary is the answer to our maths problem. *The Sunday Times*, 12. Nov.
- (5) Burghes, D. N. (1996): *Kassel Project – Year 3 progress report*. www.ex.ac.uk/cimt
- (6) *International Project in Mathematics Attainment*. www.ex.ac.uk/cimt
- (7) *Abacus*. www.gcschool.org/abacus.html
- (8) Burghes, D. N. (2000): *Mathematics Enhancement Programme (MEP). The First Three Years*. www.intermep.org
- (9) Burghes, D. N. (2001): *A progress report*. www.intermep.org

Szalontai Tibor

Fizikaórán is hasznos biológiaismeretek

Manapság, amikor a természettudományok népszerűsége egyre csökken, minden módot meg kell ragadnunk arra, hogy diákjaink számára érdekessé, vonzóvá tegyük őket. A sok közül egyik esélyünk, ha „észrevesszük” a fizikát körülöttünk a természetben. A vizsgálatok szerint a középiskolás diákság körében a fizika megítélése rosszabb a biológiáénál, ezért úgy gondoljuk, hogy minden korosztály számára érdekes és mindkét tantárgy szempontjából hasznos lehet, ha az élővilágot „meghívjuk” a fizikaórára. A biológia és a fizika kapcsolata ugyanis – de vonatkozik ez bármely természettudományos tantárgyra is – sem az alapfokú, sem a középfokú oktatásban nem jelenik meg szembetűnően.

Az élő és élettelen természet bonyolultnak tűnő világában a diákok a hosszú idő óta elfogadott, akadémiai módon felosztott tantárgyszerkezetnek megfelelően a fizika, a kémia, a biológia órán elsajátított ismeretek segítségével próbálnak eligazodni. Könnyebbé tehetjük

e folyamatot, ha felhívjuk a figyelmet e tárgyak kapcsolódási pontjaira. Tehetjük ezt például a fizika néhány törvényének tanítása során azzal, hogy a tanórai fizikai kísérletek mellett „demonstrációként” ismert biológiai jelenségeket is bevezetünk. A megismert fizikai törvények birtokában

azután magát az élővilágot is mélyebben megérthetjük. A tantárgyak nemcsak egymás számára lehetnek hasznosak, a találatok pontok felkutatása, az elméleti és gyakorlati ismeretek összekapcsolása mindennapi világunk, épített környezetünk kialakításában is hasznunkra lehetnek. Felhívhatjuk a figyelmet arra is, hogy például a növények, az állatok felépítésének, működésének alapos vizsgálata nyomán éppen az élővilág „adhat tanácsot” akár egy-egy műszaki feladat megoldásához (bionika) is. A madarak repülésének megismerése a repülőgépek tervezéséhez, a delfinbőr szerkezetének felderítése az úszó testek burkolatának megváltoztatásával sebességük fokozásához járult hozzá. A fa, a parafa, az úgynevezett természetes celluláris szerkezetek felépítése és tulajdonságai közötti kapcsolat felkutatása jó mintául szolgált az ipar számára fontos könnyűszerkezetek, habszerű, új tulajdonságú anyagok fémekből, kerámiákból történő tervezéséhez, gyártásához.

A biológia és a fizika kapcsolata sem az alapfokú, sem a középfokú oktatásban nem jelenik meg szembetűnően annak ellenére, hogy a határtudomány, a biofizika már régen önálló tudományággá vált. Természetesen nem a biofizika szisztematikus oktatására gondolunk, hanem arra, hogy a fizika törvényeinek tanításához tanári demonstrációs lehetőségeként a biológiaórán megszerzett ismeretek jól használhatók.

Manapság nem csak az iskola oktat, nem csak a pedagógus az ismeretek fő forrása. Számos egyéb lehetőség kínálkozik a diákokat a médiából folyamatosan érő információ-áradat fizikaórán történő okos felhasználására is. A fizika törvényeire épülő, a minden tudományágban használatos egyre tökéletesedő vizsgálati technikákkal (nanotechnika) az élővilág eddig nem ismert finom részletei is feltárulnak, amelyekről diákjaink számtalan, igen igényesen illusztrált népszerűsítő könyvből, természetfilmből s az internetről ma már szinte azonnal a felfedezést követően tudomást szerezhetnek. A szaktanárok munkáját megkönnyítik az információ-technológia adta lehetőségek, amelyeket – példá-

ul számítógépes szimulációkat, animációkat stb. – felhasználhatunk a természeti jelenségek jobb megvilágításához. A természettudományok egyes területei közötti kölcsönhatásnak köszönhetően az újabb felfedezések eredményeképpen éppen a diákok szeme láttára kell módosítani egy-egy tantárgy korábban „változtathatlannak” hitt tananyagát. A közelmúltban, a szén módosulatai között, így váltak tananyaggá a fullerének.

Ha élünk az integrációs lehetőségekkel, mutatunk néhány konkrét példát a kapcsolódási pontok felismerésére, kialakíthatjuk a tanulóknak azokat a képességeket, készségeket, amelyek szükségesek az ilyen irányú önálló tudásszerzéshez, ismereteiknek – a megszokottól kissé eltérő módszerrel történő – rendszerezéséhez.

A nevelés során az alkalmazható tudás elsajátítása a cél. E két tárgy említett integrációja példa lehet arra is, hogy megmutassuk az élő természet jelenségei és a fizikai törvények összefüggéseinek feltárása kapcsán az absztrakt formalizmusnak a konkrétvaló kapcsolatait is.

Nem csak egy-egy fizikai törvény tanításához „vehetünk” példát az élővilágból, vihetünk be biológiai ismereteket a fizika órára. Egy-egy élőlény felépítésén, életterének bemutatásán keresztül rávilágíthatunk azokra a fizikai jelenségekre, amelyek az evolúció során hozzájárultak ahhoz, hogy azok éppen az adott formában fejlődtek ki. Ekkor a fizika lehet hasznos „vendég” a biológiaórán. A természettudományokat oktató tanároknak tehát tanmenetük kialakításakor mindenképpen érdemes konzultálniuk tantárgyaik érdekes tanítása érdekében.

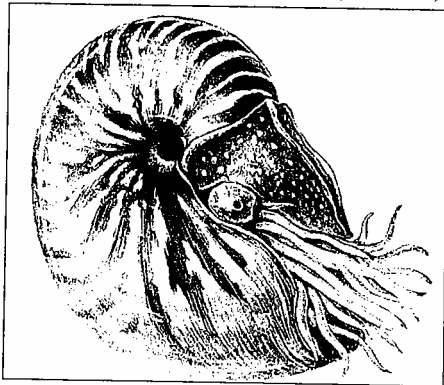
Az iskolai természettudományos nevelés eredményességét feltáró attitűdvizsgálatok szerint a tantárgyak elutasítottóságát illetően a biológia a fizikánál kedvezőbb helyzetben van. (1) Ha egyre több találkozási pontot találunk a két tárgy között, akkor a biológia motiválhatja a fizika tanítását, szolgálhatja akár a fizika iránti nagyobb érdeklődés felkeltését is, miközben rávilágíthatunk a fizika kulcsszerepére a természeti jelenségek megértésében.

„A természet egyszerre nagyszerű művész, kreatív tudós és rendkívül ügyeskező kézműves” – mondja Kurt Nassau. Az idézet igazáról mi magunk is könnyen meggyőződhetünk, ha nyitott szemmel járunk a világban.

Gondos, körültekintő munkával a fizika szinte minden területéhez találhatunk megfelelő, az élővilágból vett példát. A példák a fiatalabb korosztály számára ugyan néha csak figyelemfelkeltő jelleggel használhatók, de fizikai ismeretanyag bővülésével a felsőbb osztályokban az élővilág jelenségeinek mélyebb elemzésére is mód nyílik.

Illusztrálásként ismerjük meg a csigáspolip (*Nautilus pompilius*) „kapcsolatát” a fizikával!

A *Nautilus pompilius* vagy csigaházaspolip a lábasfejűek közé tartozik, a polipok közül az egyetlen, amely házat növeszt. A mintegy 20 cm-re megnövő gyöngyházaspolip ma is élő fajja azoknak a puhatestűeknek, amelyek már 550 millió évvel ezelőtt jelentek meg (1. ábra).

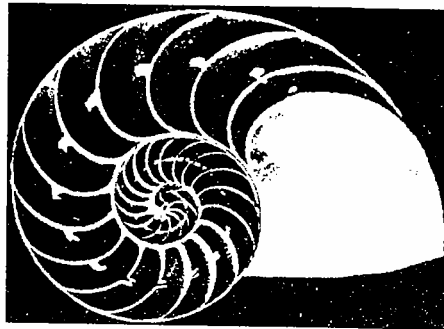


1. ábra. A csigáspolip

A csigaház felépítése s „egy kis matematika”

A csigáspolip a házat szigorú rend szerint építi. A lapos, szinte egy síkban készült építmény logaritmikus spirális módjára tekeredik. A 2. ábra a csigáspolip házának hosszmetését mutatja.

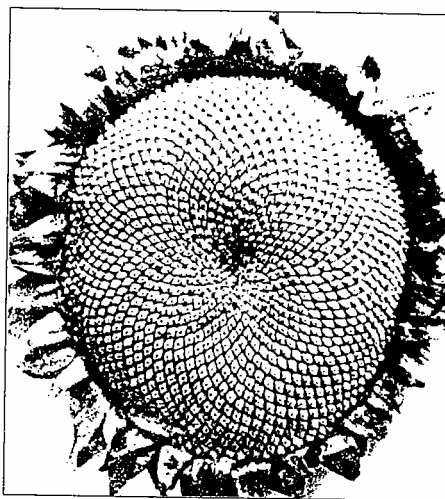
Felhívhatjuk a figyelmet arra, hogy a spirálisok gyakori görbék a természetben.



2. ábra. A csigáspolip házának hosszmetése

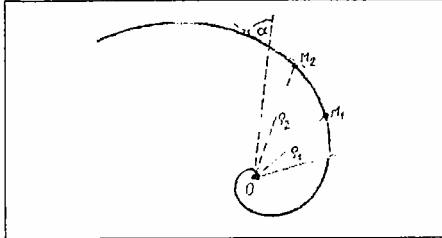
Nemcsak a mindenki által jól ismert csigaházakon fedezhetjük fel, hanem a növények világában is kedvelt forma. A napraforgószemek elrendezése a tányéron talán a legismertebb, de megtalálhatjuk a fenyőtobozon, egyes növények levelei a száron is spirális szerint rendeződnek. Szakavatott szemek még a karfiolvirág felépítésében is fellelik.

A napraforgótányéron elhelyezkedő magvak például két, ellenkező irányban tekeredő spirálsereget tartalmaznak. (3. ábra) (3, 5) A tányéron a balra tekeredő spirálseregek száma úgy aránylik a jobbra tekeredő spirálok számához, mint két egymást követő Fibonacci-szám, például 34/55. Az egymást követő Fibonacci-számok aránya egyre jobban megközelíti a 0.618034 értéket, a határérték az ún.



3. ábra. A napraforgótányér spiráljai

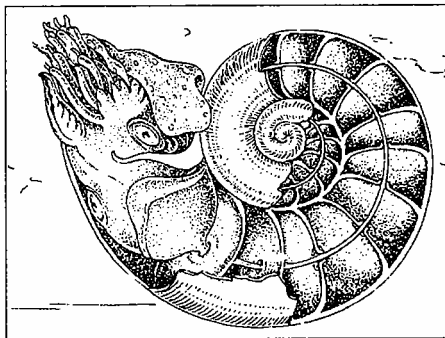
arany metszési szám. A Fibonacci-számok sorozatának bármely eleme az előző két elem összege 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, ... (3) A logaritmikus spirális görbe úgy tekeredik, hogy közben minden pontjának a középponttól mért távolsága, a sugár egyre nő, s a görbe bármely pontjához húzott érintő a sugárral ugyanakkora szöveget zár be. (4. ábra)



4. ábra. A logaritmikus spirális

Külön érdekes szakköri feladat lehet a fent említett matematikai fogalmak, a Fibonacci-számok, az arany metszési szám s a logaritmikus spirális közötti kapcsolat megkeresése, amelyhez matematikus kollégák együttműködése is hasznos. (3)

A csigáspolip házának belsejében kamrák vannak, az állat a legkülső kamrában lakik. Kamráit gázzal tölti meg. Egy fejlett példánynak akár 30 kamrája is lehet. A polip fejlődése során házát szinte szakadatlanul építi, nagyobbítja, a már „kinőtt” helyiséget lefalazza. Kamráival összeköttetésben a spirál kezdőpontjánál lévő kamrához csatlakozó szifonján keresztül van. (5. ábra) (6) A lezárt kamra térfogata arányos megnövekedett testtömegével, így mindig

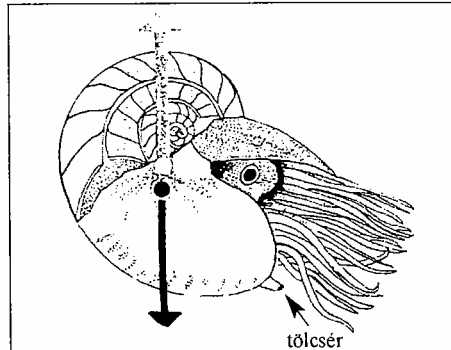


5. ábra. A csigáspolip hosszmetése

képes lebegni. Nem olyan régen váltak ismertté az „építkezés” finom részletei, hogy miként hoznak létre a tengeri élőlények a tengervíz oldott kalcium-karbonát tartalmát beépítve gyönyörű, bonyolult és meglehetősen nagy szilárdságú szerkezeteket. A házat alkotó kalcit- és aragonit kristályok növekedését egy különleges alakú fehérje úgy irányítja, hogy a kristálykák – a téglafal építéséhez hasonló módon – meghatározott dőlési szöggel lapolják át egymást, kirajzolva a spirális formát.

Élettér

Az állat a legkülső kamrában él, sajátos, jól záró izomgyűrűvel tapad a kamrafalhoz, így a gáz a kamrából nem tud megszökni. Az állat lebeg, mert testének és a gázzal töltött kamráknak az együttes súlya éppen megegyezik a felhajtóerővel. A ház állandó pozícióját az biztosítja, hogy a nehézségi erő támadáspontja a felhajtóerő támadáspontja alatt van. (6. ábra) (6) Ha az állat kibillenne ebből a helyzetből, akkor a megjelenő erőpár forgatónyomatéka – mint egy fizikai ingát – azonnal visszabillentí eredeti helyzetébe. Nem leng hosszan, mert a vízben a közegellenállásos csillapítás miatt a lengés kitérése exponenciálisan csökken, tehát hamar lecsillapodik.



6. ábra. A csigáspolipra ható nehézségi erő

A Nautilus „élő tengeralattjáró”

A csigaházaspolip szívesen tartózkodik akár 400 méter mélyen, de előfordulhat közvetlenül a vízfelszín alatt is. A merü-