
A BIOAKUSZTIKA MINT AZ INTERDISZCIPLINÁRIS GONDOLKODÁSMÓD FEJLESZTÉSÉNEK EGY LEHETSÉGES ESZKÖZE A KÖZOKTATÁSBAN

HOCK FERENC¹

TARTALMI ÖSSZEFOGLALÓ

A bioakusztika tárgyköre kiterjed minden olyan hangjelenségre, illetve mechanikai rezgésre, amelyet az élőlények kommunikációs és/vagy tájékozódási célból keltenek, vagy erre irányuló funkció nélkül, egy élő szervezet valamely viselkedése során keletkezik és az adott csoportra jellemző. A definíció természetesen kiterjeszhető más vizsgált objektumokra (pl. kommunikációs és vezérlési feladatok elektronikus eszközöknel), ugyanakkor jelen formájában is jól szemlélteti a terület interdiszciplináris jellegét.

A különböző szaktudományokon átívelő gondolkodás képessége ma már nélkülözhetetlen nemcsak a kutató- és mérnöki munkákban, hanem mindennapjaink terén is. A szakképzés erősen specializált volta miatt az ehhez szükséges kompetenciafejlesztés, továbbá a megfelelően széles általános műveltség kialakítása a közoktatás feladata. Munkámban a bioakusztika témakörén keresztül ennek lehetőségeit mutatom be.

Kulcsszavak: bioakusztika, interdiszciplináris gondolkodás, közoktatás, kompetenciafejlesztés

FERENC HOCK: BIOACOUSTICS AS A POSSIBLE TOOL FOR IMPROVING INTERDISCIPLINARY THINKING IN PUBLIC EDUCATION

The field of bioacoustics covers all sonic phenomena and mechanical vibrations emitted by living creatures as a means of communication or orientation, or arises from the behaviour of a living organism without the use of an assigned function, and

¹ Hock Ferenc doktorandusz, ELTE TTK BI Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, hockf@bioakusztika.hu

is characteristic of a specific group. Although the definition could be further broadened to include other objects of investigation (i.e. electronic devices for communication and control) the above formulation manages to illustrate the interdisciplinary characteristics of this area.

The ability to think comprehensively („out of the box”) and being able to reach across disciplines became essential not only in research and engineering but even in everyday life. Due to the specialised nature of vocational education the development of both this skill and a proper general knowledge is the task of general public education. This study explores the possibilities of utilizing bioacoustics to promote this goal.

I. BEVEZETÉS

Napjainkban egyre inkább jelentkezik az igény az egyes tudományterületek közötti kapcsolatteremtésre, különösen olyan marginális kérdések esetén, ahol az egyik tudományág hipotéziseire csak a másik eszközeivel lehet választ találni. Az egyre nagyobb tudásanyag, a felhalmozott ismeretek növekvő komplexitása sok kérdés megválaszolását nagyban megnehezítheti, vagy egyenesen ellehetetlenítheti valamely szaktárgy szűk keretei között rendelkezésre álló lehetőségek használata esetén. Ilyen esetekben lehetőség nyílhat arra, hogy más területeken jártas szakemberekkel együttműködésben, bővebb eszköztárral keressünk megoldást egy-egy problémára (Rittelmeyer, 1998). Előfordulhat azonban, hogy valamilyen okból (pl. szűkös anyagi- és időkeretek, vagy egyszerűen a megfelelő szakember hiánya) a közös munkára nem, vagy csak korlátozottan van lehetőség. Ekkor a gyors önképzés lehet a megoldás, amely viszont megfelelő tapasztalatok nélkül nehézkes lehet. A helyzetet felismerve sok felsőoktatási intézmény indít olyan képzéseket, amelyek eredményeként a különböző tudományterületeket általánosságban átlátni, illetve a legkülönbözőbb munkákban együttműködő felek között zajló kommunikációt koordinálni képes szakemberek állnak már ma is rendelkezésre.

Az interdiszciplináris gondolkodásmód azonban mindennapjainkban is nagy fontosságú. Az üzletekben kapható különféle termékekkel kapcsolatos információk értelmezése, a hulladékkezelés problémái, a járművek környezetvédelmi osztályba sorolása és még sok hasonló témakör teszi szükségessé nem pusztán a különböző természet- és mérnöki tudományok kapcsolatának megteremtését, hanem az ezektől akár teljesen függetlennek tűnő logisztikai, gazdasági, társadalmi irányú kérdéseket átfogó ismeretek ötvözését is. Mivel ez a képesség a társadalomtudományok, a természettudományok, valamint a gazdaságtudomány területén szerzett általános ismereteken alapszik, amelyek összességére az erősen szakosodott felsőoktatás már nem vagy csak kis mértékben tud koncentrálni, a szükséges alpműveltség megteremtésére irányuló erőfeszítések kétségtelenül a közoktatás feladatát képezik (McDonald és mtsai, 1994; Inbar (szerk.), 1990).

Munkámban a bioakusztika mint egy kiragadott interdiszciplináris megközelítésű terület példáján szeretném bemutatni elsősorban az egyes természettudományok, emellett részben ezek és a bölcsészet-, illetve társadalomtudományok közötti kapcsolat megteremtésének lehetőségeit a közoktatásban.

II. A BIOAKUSZTIKA TÁRGYA ÉS MÓDSZERE

A különböző tudományterületeket összekötő, ugyanakkor azokon túlnyúló interdiszciplináris munkák közös problémája ezek témakörének, eszköztárának, szaknyelvének meghatározása. Ezek a nehézségek tudománytörténeti okokra vezethetők vissza, hiszen az egyes területek fejlődése hosszú ideig meglehetősen különálló volt, s részben ma is az. Az interdiszciplináris munkák tekintetében tehát először ezen alapelvek körében kell megteremteni a konszenzust, így minimalizálva a hibalehetőségeket, kizárva a buktatókat (*Parthey és mtsai*, 1983). A téma részleteinek megvitatása előtt éppen ezért tartom szükségesnek a bioakusztika tárgykörének körülhatárolását.

A bioakusztika tárgyköre *sensu lato* értelemben kiterjed minden olyan hangjelenségre, illetve mechanikai rezgésre, amelyet az élőlények kommunikációs és/vagy tájékozódási célból keltenek, vagy ilyen jellegű funkció nélkül, az állat valamely viselkedése során keletkezik és a taxonra jellemző. Mindezek mellett az egyes egyedek fizikai jellemzői, valamint a tanult elemek az állatok akusztikus kommunikációját úgy befolyásolja, hogy az bizonyos korlátok között faj alatti egységek (populációk, egyedek) megkülönböztetésére, felismerésére is alkalmas lehet. Természetesen mindez az emberi hangra, beszédre – általában véve a kommunikációra – is érvényes (*Hock és mtsai*, 2010; *Lewis*, 1983), amelyek tekintetében e tudományterületet az információtechnológia is széles körben alkalmazza.

A rezgéstani jelenségeken túl, a bioakusztika tárgyköre kiterjeszhető mindazokra az anatómiai jellemzőkre és élettani-biokémiai folyamatokra, amelyek az előzőekkel kapcsolatban állnak, valamint foglalkozik a jelenségekhez kapcsolódó viselkedéssel, illetve azok információtartalmával is.

Mindezek ismeretében belátható, hogy a bioakusztika a természet- és mérnöki tudományok viszonylag széles körét átfedi. Elsősorban természetesen a biológia és a fizika, valamint a közöttük kapcsolatot teremtő informatika azok a területek, amelyek szóba kerülhetnek. A jelenségek hátterét mélyebben vizsgálva azonban összefüggést találhatunk egy másik, bizonyos értelemben határterületnek számító tudománnyal, a biokémiával is. Az előbbieken bemutatott terület mellett minden bizonnyal felsorakoztatható még néhány, azonban úgy gondolom, hogy a kapcsolódások fontosságának, valamint a modern természettudományokra jellemző interdiszciplináris gondolkodás indokoltságának megértéséhez ez a teljesség igénye nélkül tett felsorolás elegendő.

Az előzőeken továbblépve, a bioakusztika az alapkutatás, valamint az alkalmazott tudomány terén is jelen van. Míg a biológia elsősorban a fajok elkülönítésére, viselkedésük leírására használja ezt az eszköztárat, addig az informatika intelligens hangvezérelt rendszereket állít elő, az orvoslás számára az akusztikai alapú diagnosztikai eszközök, beszédszintetizátorok, hallásjavító eszközök játszanak a témában fontos szerepet, míg a mérnöki tudományok elsősorban ezek kiszolgálásáért, fejlesztéséért tesznek erőfeszítéseket. Ugyanakkor – különösen az emberi kommunikáció tekintetében – a bioakusztika megjelenik a társadalom- és bölcsészettudományok, valamint a művészetek terén is, gondoljunk akár a nyelvészeti feladatokra, vagy a zeneművészet egyes aspektusaira. Természetesen ezek a kapcsolódási pontok nem minden esetben fedik le a bioakusztika fentiekben részletezett rövid definícióját, ugyanakkor tágabb értelemben tagadhatatlanul ennek tárgykörébe sorolhatók.

A bioakusztika tehát lényegében biogén keletkezésű hangjelenségek komplex vizsgálatával foglalkozik, így szerepet játszik a mindennapi életben, például a telekommunikáció, az orvosi alkalmazások, a beszélt nyelv, valamint a környezeti zaj szintjén egyaránt. Számos természet- és mérnöki tudományon, valamint társadalomtudományokon átnyúló jellege miatt megfelelő eszköz lehet az interdiszciplináris látásmód fejlesztésére a közoktatásban.

A tudományág mérés-technikai eszközeivel szintén nem kizárólag a laboratóriumi-, illetve stúdiómunka esetén találkozhat a ma embere. A jelátalakító- és jelfeldolgozó rendszerek a mobiltelefonoktól a számítógépeken és audiovizuális berendezéseken keresztül az orvostechonikai eszközökig, illetve egyre többféle intelligens vezérlési feladatban is szerepet kapnak. A területen végzett alapkutatási feladatokkal és az azokon építkező fejlesztésekkel kapcsolatos munkafolyamatok a sokszínű felhasználásból fakadóan nagyon szerteágazóak. Ide tartoznak, a teljesség igénye nélkül, a hangfelvételi, zajszűrési-zajelnyomási, hangvágási, programozási munkák, elektronikai fejlesztések, az adatbázis-építés és a modellfejlesztés is. A bioakusztika számos érdeklődési területet felölelő jellege, valamint megjelenése a hétköznapi életben teszi ezt a tudományágot a közoktatás alkalmas eszközévé a kompetenciafejlesztés és a motiváció terén.

III. KOMPETENCIAFEJLESZTÉS ÉS BIOAKUSZTIKA

Az interdiszciplináris látásmód elsajátítása, az ehhez szükséges önképzés, az önálló információkeresés, továbbá az olvasás-szövegértés készségeinek kialakítása és fejlesztése ma már elengedhetetlen a mindennapi életben. A technikai fejlődés, valamint a tudásbázis növekedésének rohamos üteme mindezek tekintetében ráadásul élethosszig való tanulást feltételez. A több tudományterületen átívelő problémák kezelése, megértése széleskörű általános műveltséget feltételez, amelynek megalapozásához a szükséges ismeretek átadásával párhuzamosan az interdiszciplináris gondolkodásmód kialakítása és fejlesztése elsősorban a közoktatás feladata. Ez

a megállapítás azonban nem jelenti azt, hogy nincs szükség olyan szakemberek képzésére, akik a több ágazatot is érintő feladatok során a részterületekre specializált kutatók, mérnökök munkáját koordinálni, a közöttük zajló kommunikációt elősegíteni képesek, amihez viszont elengedhetetlen az alap- és középfokú oktatásban részt vevő tanulók ilyen irányú fejlesztése.

Az egyes szaktárgyak külön tanórák keretében történő oktatása az általános- és középiskolában napjainkban is indokolt, hiszen a hozzájuk kapcsolódó tudásanyag, történeti adatok, valamint módszerek áttekintése megfelelő részletességgel leginkább így tárgyalható meg. Ezt indokolja továbbá az is, hogy a megfelelő részismeretek megszerzése nélkül a tanulók a tudományok között fennálló komplex kapcsolatrendszer nem tudják megfelelően átlátni. A tantárgyak közötti kapcsolat megteremtésére ugyanakkor nagy gondot kell fordítani már az általános iskola alsóbb évfolyamaitól kezdődően – hiszen a mindennapokban az ismeretek felhasználására általában nem egy kiragadott tudásterületen, hanem azok összefüggésében van szükség. Egyszerű példával szemlélítve: meg kell tudni állapítani egy termékről, hogy annak kémiai összetétele vagy fizikai kialakítása számunkra a rajta feltüntetett adatok alapján megfelelő-e, illetve az egészségünkre ártalmas-e, továbbá anyagi kereteink ismeretében, ár-érték arányban a lehető legjobb minőséget nyújtja-e. Ezekkel a problémákkal már a napi bevásárlás esetén találkozunk a ma embere, de a kérdés megoldása igényli a matematika, a kémia, a biológia, sőt a közgazdaságtan területén megszerzett ismeretek együttes használatát is.

A szaktárgyak interdiszciplináris területek révén történő integrációja segítségével nem kizárólag az elméleti ismeretek gyarapíthatóak eredményesen, hanem lehetőség nyílik gyakorlati tapasztalatok megszerzésére is. Erre tanórán kívüli foglalkozások, nyári táborok vagy akár témahetek szervezése teremthet különösen jó alkalmat. Megfelelő oktatásszervezés mellett ez az integratív szemlélet időnyereséget is jelenthet, hiszen a tudományközi ismeretek egy időben zajló bemutatása esetén nem feltétlenül szükséges minden egyes szakóra keretében az azokhoz tartozó, nélkülözhetetlen tudáselemeket külön-külön ismertetni. Ez további lehetőségeket kínál a felmerülő téma más aspektusokból történő vizsgálatára, ezen keresztül pedig az általános műveltség szélesítésére. Az ehhez szükséges tervezési-szervezési feladatok viszont szintén a pedagógusra hárulnak, bár a középiskolás korosztály a kivitelezésbe már bevonható (pl. egy kirándulás vagy egy projektnap előkészítése-lefolytatása tekintetében). Ez utóbbira nem elsősorban a szaktanárok tehermentesítése érdekében van szükség, hanem sokkal inkább azért, mert kiváló teret biztosít számos képesség (koordináció, kommunikáció stb.) fejlesztésére is.

Az interdiszciplináris gondolkodás kialakítása és fejlesztése a szakórák keretében, ezekkel párhuzamosan, külön tantárgyként, illetve tanórán kívüli foglalkozások alkalmával egyaránt lehetséges és szükséges. A kapcsolódási pontok felismerése és kihasználása e kompetencia fejlesztésére, illetve az ehhez szükséges önálló tanulásra-kutatásra való ösztönzés a pedagógus feladata, ami feltételezi a szaktanárok között zajló folyamatos, akár napi szintű kommunikációt (Walgenbach, 2000). A követke-

zókben a bioakusztika kiragadott példáján, az abban rejlő lehetőségeket röviden ismertetve, szeretném vázolni e probléma megoldásának lehetőségeit.

Az akusztika és az akusztikus kommunikáció témakörét, valamint az ezekhez köthető háttér folyamatokat több szakóra is tárgyalja. Az összefüggés e tudományterület, illetve a különböző tantárgyak között azonban, a terület komplexitásából adódóan, nem mindig nyilvánvaló. Természetesen könnyen felismerhető a kapcsolat a fizika rezgés-akusztika, illetve a biológia fül és hallás, valamint hangképzés témakörei között. Az ezek közötti kontaktus, ha nem is hangsúlyozottan interdiszciplináris jelleggel, de megtalálható a tankönyvekben. Gondoljunk itt a fizika esetében a hangérezet és hangszín fogalmaira, a zaj- és rezgésvédelemmel kapcsolatos alapvetésekre, míg a biológia tantárgy tekintetében a halló- és hangképző szervek működésével kapcsolatos fizikai-biokémiai folyamatokra (rezgés terjedése, csontvezetés, ingerület stb.). Az említett két szaktárgy más, ide tartozó témái, mint a hangképzés-hangérezékelés háttér folyamatai, így az elektromos jelátalakítás és jelátvitel, továbbá sok más jelenség összefüggése a bioakusztikával már nem ilyen nyilvánvaló. Tovább keresve a kapcsolódási pontokat, a zene területén a hangszerek működése vagy éppen a hangképzés, a nyelvoktatás vonatkozásában a beszédhang keletkezése tartozhat ide. Ahogy már korábban is utaltam erre, ezek között a területek között az informatika eszközei tekinthetők kapcsolatteremtőnek, így természetesen e szaktárgy keretén belül is van lehetőségünk a téma ismertetésére. Könnyen belátható tehát, hogy a bioakusztika – ahogy természetesen a többi, hasonlóan komplex tudományág is – kiválóan alkalmas eszköz lehet a pedagógusok kezében a figyelemfelkeltésre, a motivációra, illetve az interdiszciplináris gondolkodás fejlesztésére.

Az akusztika témakörét az egyes tantárgyak ma leginkább saját szemszögükből és általában érintőlegesen tárgyalják. Mivel az ide kapcsolódó jelenségeknek komoly élettani hatásai is lehetnek (pl. zajhatásokkal kapcsolatos egészségkárosodások), továbbá a zene nehezen tanulható-értékelhető, a hangképzés és hangérezékelés folyamatai, vagy a hangfeldolgozó alkalmazások logikája sem érthető meg az alapfogalmak ismerete nélkül, érdemes ezek szélesebb körű bemutatására időt szánni. Feltételezhető, hogy az esetek jelentős részében ennek nem anyagi vagy időbeli korlátai vannak, hanem a pedagógusok megfelelő önképzésének és erre irányuló motivációjának hiánya áll a háttérben. Ennek nyilvánvaló történelmi okai vannak, hiszen az ilyen típusú gondolkodásra és kompetenciafejlesztésre jelentkező igény a tudományos munkákban, valamint ezek mellett a mindennapi életben viszonylag új jelenség. A közoktatás ezt a trendet ma még kevésbé követi, bár a lehetőség a szaktanárok megfelelő kommunikációjával, illetve az órákon való együttműködésével tulajdonképpen egyszerűen, ilyen irányú szakmai továbbképzés nélkül is adott. Megoldás lehet tehát multidiszciplináris kutatócsoportok példájára egy olyan oktatási modell létrehozása, ahol az egyes szakorák más tudományágot is érintő területeit a pedagógusok közösen mutatják be. A másik, erre koncentrálni lehetőséget, ha az egyes szaktárgyakban az ilyen összetett témák oktatására, párhuzamosan, nagyjából egy időben kerül sor.

A bioakusztika témaköre optimális lehet az önálló tanulásra való motiválás szempontjából. Mivel ezt a területet nagyon sokféleképpen lehet szemlélni, így az a szakirodalom-feldolgozás elsajátítására (pl. könyvtári óra keretében), de akár terepgyakorlatok és műhelyfoglalkozások szervezésére is alkalmas. Ismeretterjesztés, figyelemfelkeltés szintjén az alapvető akusztikai-rezgéstani fogalmak hiányában is bemutatható az élővilág, az emberi kommunikáció vagy a művészet világának idevágó része. Mint az interdiszciplináris tudományterületek általában, a bioakusztika témaköre is jó lehetőséget kínál a csoportmunkákra, így a kooperációs képesség fejlesztésének is teret adhat, amely a munkaerőpiacon ugyancsak nélkülözhetetlen kompetencia.

IV. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KITEKINTÉS

Az interdiszciplináris tudományterületek fontos részét képezik a tudományos munkák mellett a mindennapi életnek is, sőt bizonyos értelemben a legkülönbözőbb művészeti ágaknak is. Éppen ezért nagyon fontos az ehhez szükséges gondolkodásmód kialakítása, amely a kevésbé specializált közoktatás feladata. Ennek ellenére a gyakorlatban jelenleg elhanyagolható mértékben koncentrálnak a hasonló jellegű területekre, a tantárgyközi kapcsolatteremtés ezzel kapcsolatban aránylag ritka és kiforratlan. A jelenség történeti okai egyértelműek, ugyanakkor napjainkban elengedhetetlen, hogy a tudomány e téren jelentkező fejlődése, átalakulása a közoktatásban is lényeges változásokat indítson el. A feladat komoly terhet róhat a szaktanárookra, mivel e tekintetben a folyamatos kommunikáció és kooperatív munka elkerülhetetlenné válik, miközben a rendelkezésre álló segédanyagok száma egyelőre csekély. A felsőoktatásban már sok helyen indítanak olyan képzéseket, amelyek eredményeként a jelentős tudományközi ismeretekkel és tapasztalattal rendelkező szakemberek már jelen vannak a munkaerőpiacon. A szükséges kompetenciák korai fejlesztésével ugyanakkor fontos eszközt adhat a pedagógus a diákok kezébe, amely nemcsak a mindennapi életben felmerülő tudományos problémák kezelésében, hanem az önálló tanulás, a kooperációs- és kommunikációs képességek révén segíthet a pályaválasztásban és az elhelyezkedésben is.

Mindezek alapján elsősorban nem a közoktatás szerkezetátalakítására, hanem a pedagógusok ilyen irányú, az önképzésre is kiterjedő motiválására, valamint széles körű ismeretterjesztő munkára van szükség. Az ebbe az irányba mutató változások már elindultak, a szükséges fejlesztések inkább a folyamatok erősítését, kiteljesítését segíthetik elő. Bár úgy tűnik, hogy az egyes területeken jártas szakemberek egyre szűkebb körben és egyre inkább specializálódnak, ennek ellenére – vagy más szemszögből tekintve, éppen ezért – szükségessé válik egy, a „hagyományosnál” jóval szélesebb kognitív és fizikai eszköztár alkalmazása. A két jelenség – azaz az egyre erősebb szakosodás és az interdiszciplináris gondolkodásmód – egymást kiegészíti, a tudomány fejlődését pedig nagymértékben felgyorsíthatja. Éppen ezért,

az ilyen irányú kompetenciafejlesztés napjainkban a mindennapi életben és a munka világában elengedhetetlen.

IRODALOM

- Hock F., Huszty Cs., Szövényi G. és Vörös J. (2010): Magyarországi sárgahasú unka-populációk összehasonlító bioakusztikai vizsgálata. *Állattani Közlemények* **95**(2): pp. 191-206.
- Inbar, D. E. (szerk.) (1990): Second chance in education: an interdisciplinary and international perspective. *The Falmer Press*, New York, pp. 312.
- Lewis, B. (1983): Bioacoustics: A comparative approach. *Academic Press*, London, pp. 493.
- McDonald, J. és Czerniak, C. (1994): Developing interdisciplinary units: Strategies and examples. *School Science and Mathematics* **94**(1): 5-10. p.
- Parthey, H. és Schreiber, K. (1983): *Interdisziplinarität in der Forschung: Analysen und Fallstudien*. Akademie-Verlag, Berlin, pp. 319.
- Rittelmeyer, C. (1998): Interdisziplinäre pädagogische Begegnungen von Bio- und Geisteswissenschaften. *Bildung und Erziehung* **51**(1): 93-100. p.
- Walgenbach, W. (2000): *Interdisziplinäre System-Bildung: Eine Aktualisierung bildungstheoretischer Ansätze mit Musterbeispielen, empirischen Studien und Implementationsstrategien*. Frankfurt am Main, pp. 425.