

"I have no special gift,  
I am only passionately curious"  
(A. Einstein)

## Konstruktív pedagógiai kísérletek és számítógéppel segített tanulás

Einstein mondata a tanulás egyik leglényegesebb összetevőjét hangsúlyozza: "... meglehetősen érdeklődő vagyok". Annak, aki eredményesen szeretne tanítani, komoly figyelmet kell fordítania erre a tényezőre. "A gyermekek a jövőnk. Ha megoldást keresünk a világ globális problémáira - a világ békéje, egészségügyi problémái, gazdasági fejlődése ... - feladatunk az, hogy gazdagabb oktatási-tanulási lehetőségeket biztosítsunk a világ gyermekei számára." - hangoztatják az MIT kutatói. A technológia önmagában nem old meg mindent, és a változások sem mennek végbe automatikusan. Az évezred végére hihetetlenül felgyorsult technikai fejlődés mögött elmaradt az a szemléletbeli váltás a pedagógiában, amelynek hiánya immáron gátjává válik "az oktatás forradalmának". A konstruktivista filozófiára támaszkodva a következő elveket jelölik meg elsődleges pedagógiai alapelvekként (1):

- ⊗közvetlen felfedezés; (direct exploration)
- ⊗közvetlen (ön)kifejezés; (direct expression)
- ⊗közvetlen tapasztalat; (direct experience)
- ⊗multikulturális szemléletmód; (multicultural)
- ⊗többnyelvűség; (multilingual)
- ⊗multimodalitás; (multimodal)

A konstruktivizmus, mint általános szemléletmód egyre inkább elfogadottá válik napjaink korszerű pedagógiájában. (2) A témakör egyik kulcskérdése a tanuláshoz legjobban megfelelő tanulási környezet megteremtésének, kialakításának optimális lehetőségeit vizsgálja. Számtalan példát, kutatási beszámolót találhatunk rá mind a természettudományos oktatás és a matematika, mind a számítógéppel segített tanulás területéről. Ezen tanulmány célja az, hogy tömör áttekintést adjon a témakörben legfontosabbnak tartott elméleti alapokról, és a figyelemre számottartó kísérletekről és módszerekről, a nemzetközi szakirodalomban fellelhető adatok alapján. Egyúttal ösztönözni szeretném a téma iránt érdeklődőket arra, hogy hasonló kísérletek elvégzését hazánkban is időszerű lenne megkezdeni. Az ehhez szükséges technikai feltételek lassan megteremtődtek már, a szükséges elméleti háttér hozzáférhetővé vált, és bizonyára új ötletekben sincs hiány. Fontos lenne, hogy a tanárképzésben résztvevő hallgatóknak lehetőséget biztosítsunk a konstruktív pedagógia gyakorlati használhatóságával való megismerkedésre, és ezzel mintegy testközelbe hozva egy látszólag elméleti anyagot, a kipróbáláshoz módszereket és javaslatokat adjunk.

### A konstruktivista teóriáról

A konstruktív pedagógia elméleti kérdéseinek részletes kifejtésére nem térünk ki, mivel ehhez a szükséges irodalom magyarul is hozzáférhető(3). Itt csupán a konstruktív pedagógia néhány legalapvetőbb jellemzőjét foglaljuk össze, amelyek a továbbiak értelmezéséhez alapot adnak.

A konstruktív pedagógia Piaget tanulásfelfogásán alapuló elmélet, amelyben az utóbbi években Vigotszkij, von Glasersfeld és mások munkái nyomán több irányzat jelent meg. A két legjelentősebb talán a radikális konstruktivista (von Glasersfeld) és a szociál-konstruktivista irányzat.

Piaget eredeti gondolata az volt, hogy a gyermekek tanulási folyamata tulajdonképpen egy saját maguk által konstruált belső kognitív struktúra kiépítését jelenti. Ennek mögöttes tartalmát Piaget-nál az öröklött, genetikus tényezők determinálják döntően. Vigotszkij és munkatársai ezen elmélet bírálataként és továbbfejlesztéseként arra hívták fel a figyelmet, hogy a tudás konstruálásakor nem lehet kiszakítani az egyént az őt körülvevő, és számtalan különböző csatornán át befolyásoló környezetétől és társas viszonyaitól. Ez utóbbi nézőpontot tartják a szociál-konstruktivizmus alap gondolatának.

Anélkül, hogy ezek részletekbe menő elemzésével foglalkoznánk, csak a leglényegesebb vonásokat foglaljuk össze (4):

- ⑩ A konstruktív paradigma szerint nem a produktumon, hanem a tanulás, tudás-konstruálás folyamatán van a hangsúly.
- ⑩ Az elmélet egyik legfontosabb kulcsszava a multiplicitás (sokféleség), amely nem csupán episztemológiai és teoretikus értelemben értendő, de abban is megnyilvánul, ahogy a kutatók magát az elméletet is számos különböző módon artikulálják.
- ⑩ Mivel a tanulók közötti különbségek (előzetes ismeret, érdeklődés, motiváció, célok, attitűdök, stb.) nagyon változatosak, a konstruktivisták nézete szerint nem lehetséges a hagyományos módszerrel adekvát oktatási gyakorlatot megvalósítani. Ehelyett az olyan tanulást tartják megvalósíthatónak, amelynek elemei a cselekvésen, tárgyak és eszközök manipulációján (learning by doing), a tudás önálló, a tanuló által történő megkonstruálásán alapulnak (learning through construction), és aktív alkotó jellegű tevékenységet feltételeznek. Az ilyen típusú tanulás az ehhez szükséges eszközökben, információ- és más erőforrásokban gazdag környezetet feltételez, amelyről a későbbiekben részletesen szólnunk.
- ⑩ Nagyon fontos a tanulók előzetes tudására való építés elve, amely megköveteli, hogy a tanár minél pontosabban ismerje a tanulóinak tudásanyagát és gondolkodási sémáit. Ehhez a ponthoz tartozik a konstruktivista elmélet egyik legizgalmasabb kérdésköre: a konceptuális váltások (conceptual change) problémája. Ez akkor kerül középpontba, ha a tanulás folyamán olyan új, és nagyon alapvető elvek kerülnek felszínre, amelyek ellentmondanak a korábbi fundamentumnak. Ezek működésének mechanizmusa jelenleg is a kutatások egyik kardinális kérdése.
- ⑩ Mind a tanár, mind a diák szerepe jelentősen változik. A kutatók közül többen tanulmányozták a tanulók szerepváltozását, és elsősorban a tanuló-mint-multimédiaszerző,

tanuló-mint-tervező, tanuló-mint-kutató (tudós) modelleket vizsgálták (5). Ennek megfelelően a tanári szerepeket is újszerű módon kell modellezni, a tanár-mint-tutor, edző, tanácsadó, konzulens. A leglényegesebb szempont talán az lehet, hogy mivel a tanár feladata az információátadásról a tudáskontruálás segítésére helyeződik át, saját magának is aktívan részt kell vennie a folyamatban, sőt, saját magának is folyamatosan tanulnia kell.

Megjegyzendő, hogy bár a témakör elméleti oldalának szakirodalma meglehetősen kiterjedt a nemzetközi pedagógiai folyóiratokban, a gyakorlati alkalmazásokról szóló beszámolók, illetve az ezeket összefoglalóan ismertető tanulmányok száma viszonylag alacsony, és az elméleti állítások többsége még nem ment át gyakorlati ellenőrzésen, vagy csak a legutóbbi időkben kezdődtek meg az ez irányú kutatások.

## Konstruktív tanulási környezetek

Ahogy említettük, a konstruktív tanulás egyik meghatározó eleme a tanuláshoz szükséges tanulási környezet, ami merőben eltér a hagyományos pedagógiák tanulási környezetétől. Természetesen nem arról van szó, mintha maga a tanulási környezet valami teljesen új fogalom lenne, hiszen a szakirodalomban már korábban is számos elgondolás fellelhető volt a tanuláshoz szükséges környezet és feltételek megteremtésének fontosságáról (gondolhatunk például Dewey progresszív tanulási modelljéhez kapcsolódó környezetre). A következő ábrán láthatunk egy összehasonlítást a kétféle modell jellemzőiről, amelyből világossá válhatnak az új modellnek a hagyományostól eltérő jellemzői. (6)

Hagyományos osztálykörnyezet	Konstruktivista osztálykörnyezet
A tananyag a részekről az egész irányában épül fel, az alapvető jártasságokra helyezve a hangsúlyt.	A tanterv az egésztől a részek irányába épül, a fontos fogalmakra helyezve a hangsúlyt.
A tantervhez való szigorú ragaszkodást, és annak betartását tekinti értéknek.	A tanulói kérdéseket tekinti nagyon fontos értéknek.
A tantervben szereplő tevékenységek erősen támaszkodnak a rendelkezésre álló tankönyvekre és szöveggyűjteményekre.	A tantervi tevékenység döntően az elsődleges adatforrásokra és manipulatív eszközökre támaszkodik.
A tanárok viselkedése didaktikus, ilyen módon közvetítve az információkat a diákok felé.	A tanárok szerepe egy párbeszédre való törekvéssel jellemezhető, amellyel a diákok tanulásához megfelelő környezet létrehozását kívánják elérni.
A tanárok korrekt (zártvégű) kérdésekkel ellenőrzik a diákok tanulási tevékenységét.	A tanárok a diákok nézőpontjait, gondolkodás módját próbálják felderíteni, kiismerni a későbbi órákon való felhasználás érdekében.
A diákok teljesítményének értékelése a tanulási folyamattól elválasztva történik, és jórészt tesztek alkalmazásával valósul meg.	A diákok tevékenységének értékelése összefonódik a tanulással, és a tanulók órai munkájának, gyűjtőmunkájának (szorgalmi tevékenységének, portfóliójának) tanári értékelésén keresztül történik.
A diákok főként önállóan dolgoznak.	A diákok főként csoportokban dolgoznak.

Strommen a "gyermek által irányított tanulási környezet kifejezést használja" (Child-Driven Learning Environment), , és a két kulcselemének a megváltozott tanár-diák relációt és a erőforrásokban gazdag, aktív tevékenységeken alapuló curriculumot jelöli meg. (7)

Ha ezek után megpróbálunk definíciót találni a konstruktív tanulási környezet fogalmára, Wilson egyszerű, mégis a lényeges elemeket magában foglaló leírását elfogadhatjuk kiindulásképpen:

*"Olyan hely, ahol a tanulók együtt dolgozhatnak és segíthetik egymást, változatos eszközöket és információs forrásokat használva a tanulási célok elérésére és a problémamegoldó tevékenységekhez."* (8)

Vizsgáljuk meg kicsit részletesebben, milyen elemekből épül fel egy ilyen konstruktív tanulási környezet: (9)

#### ⊗ Problémakörnyezet;

Ezen környezet szerepe tulajdonképpen az, hogy érdekes, a tanulás szempontjából releváns, és a tanuló figyelmére számottartó problémákat, feladatokat vagy megvalósítandó projecteket kínáljon. Ilyeneket bármely területen, vagy tantárgyban találhat a tanár, nem kötődnek szorosan egyik témakörhöz sem.

#### ⊗ Előzetes (kapcsolódó) tények; (related cases)

Az előzetes ismeretek (prior knowledge) tulajdonképpen azt jelentik, hogy a tudás, csakúgy mint az energia, nem a semmiből áll egyszer csak elő, hanem minden esetben kell lennie valamiféle előzménynek, amelyhez az újonnan jövő ismeretek hozzákapcsolódhatnak. Ennek a kapcsolódásnak vagy hozzáépülés a sikerességét számos tényező befolyásolja, a kérdés részleteit Nahalka István elemzi cikkében.

#### ⊗ Információforrások;

A különböző problémák és jelenségek megismeréséhez információkra, információforrásokra van szükség. Ezek az információforrások különfélék lehetnek, akár nyomtatott formátumúak (könyvek vagy könyvtár), akár elektronikus formátumú adatbázisok, információbankok, multimédiák. Lényeges szempont mindkét esetben a szervezethez, amely lehetővé teszi a tanulók számára a problémamegoldáshoz szükséges információkhoz való könnyebb hozzáférést. Az utóbbi években kezdenek elterjedni a hipermédia rendszerű információforrások, amelyek a legtöbb esetben hatékonyan, és különösebb előismeretek nélkül kezelhetők.

#### ⊗ Kognitív eszközök;

A tanulási környezetek bizonyos esetekben olyan tevékenységeket kívánhatnak, amelyekhez a szükséges feltételek nem állnak a tanulók rendelkezésére. Ilyen esetekben van szükség azokra a kognitív eszközökre, amelyek egy-egy probléma sokoldalú körbejárását, különböző nézőpontokból való megvizsgálását lehetővé teszik, és ezzel a problémamegoldást segítik.

#### ⊗ Együttműködést lehetővé tevő eszközök;

Az eszközök feladata abból áll, hogy biztosítsák a tanuló számára a másokkal való kommunikáció, információcsere és kooperáció lehetőségét. Ezt a jelenleg is már rendelkezésre álló számítástechnikai eszközpark biztosítja legkönnyebben, például az

elektronikus levelezés (e-mail), a hírcsoportok (newsgroups), a számítógépes konferenciák, beszélgetőcsoportok (chat-room) és más hasonlókkal segítségével.

Lehetséges másféle megközelítés is. Perkins elemzése (10) szerint bármely tanulási környezetnek (a hagyományos osztályteremnek is) rendelkeznie kell a következő jellemző komponensekkel:

- ⊗ Információs bankok  
Ezek nyilvánvalóan a tudás tárolására és az információk forrásaként használható eszközök, akár írott, nyomtatott vagy digitális (CD-ROM, számítógépes adatbázis), vagy bármely más formában (audió, videó, stb.).
- ⊗ Szimbólum blokkok (symbol pads)  
A szimbólum blokkok azokat a "felületeket" jelentik, amelyekkel a nyelv és a jelekkel való konstrukció és műveletvégzés történik. Ilyen lehet például egy jegyzetfüzet, netán egy szövegszerkesztő vagy rajzoló program.
- ⊗ "Jelenségtár" (Phenomenaria)  
A különböző jelenségek felfedezésére, megfigyelésére és manipulálására szolgáló helyeket nevezi így Perkins. Ilyen lehet például egy fizikai mikrovilág, egy interaktív múzeum vagy kiállítás, netán egy SimCity-szerű számítógépes szimuláció is.
- ⊗ Konstruktív eszközök  
Ezek az eszközök jelenségtárral mutatnak rokon vonásokat, de nincs pontos hasonmásuk a "valódi világban", vagyis kevésbé kötődnek a valóságos jelenségekhez. Ilyenek lehetnek például a geometriai szerkesztő programok, hipermédia szerzői rendszerek, és más hasonló (nemcsak szoftver jellegű) eszközök.
- ⊗ Task managers.  
Azon funkciók összefoglaló neve, amelyek a tanulás folyamatának irányításában és szabályozásában játszanak szerepet. Ezek szintén sokfélék lehetnek, beleértve a tanárt például, de a konstruktív környezetben a tanuló saját maga is betöltheti ezt a szerepet. Ide tartoznak a különböző értékelési eszközök, és minden egyéb, amely támogatja a tanár és a tanuló ilyen irányú tevékenységét.

A felsoroltakon kívül használja továbbá a "minimális" és a "gazdag" tanulási környezet fogalmát, amelyeken a következőket érhetjük:

A **minimális környezet** nem tartalmazza a felsorolásban található elemek közül a harmadik és negyedik elemet (Jelenség-tár és a különböző konstrukciós eszközöket). Ezek hiánya nyilvánvalóvá teszi, hogy az ilyen feltételek esetén kevésbé hangsúlyos a kísérletezés, manipulációs tevékenység, és az ezeken alapuló problémamegoldás.

A **gazdagnak** nevezett **környezet** kiegészül most már az előbbi esetben hiányzó részekkel, és ezek az új elemek változatos tanulói tevékenységet tesznek lehetővé, ahol a tanár szerepe a

szokásos szerepből a facilitátor, tutor, edző szerepébe megy át. Ilyen esetben a tevékenység irányítása is elsősorban a tanulótól függ.

Wilson (11) a tanulási környezetek három fő csoportját különbözteti meg:

#### ⊗ Számítógépes mikrovilágok (computer microworld)

Papert szavaival - "a tudás inkubátorai". (12) A fogalom jelentése egy önmagát tartalmazó számítógépes világot takar, amelybe "belépve" kezdheti meg a tanulást a gyermek. Az ilyen mikrovilágokban többnyire csupán a számítógéppel léphet interakcióba a tanuló, külső kapcsolatokra nincs lehetőség. Példaként említhetjük a LOGO programozási nyelv különböző számítógépes megvalósításait, amelyekből a Comenius LOGO magyar nyelven is hozzáférhető, és sok iskolában használják is hazánkban. Megjegyzendő, hogy ezen kívül az angol nyelvterületen a LOGO-nak számos más válfaj is létezik és hozzáférhető.

#### ⊗ Virtuális környezetek

Virtuális környezetről akkor beszélhetünk, ha a mikrovilágok zártágából kilépve lehetőséget adunk a tanulók számára az egymás közötti kommunikációra, más erőforrásokhoz és külső információkhoz való hozzáférésre. Ebben az esetben nagy szerepe van az elektronikus hálózatoknak, illetve az Interneten keresztül történő kommunikációnak. Tekintsük át röviden, milyen előnyöket kínál egy "Virtuális Oktatási Környezet" (13):

- Lehetőséget nyújt arra, hogy a valósághoz közeli, életszerű helyzetben próbáljunk ki különböző tevékenységeket.
- Lehetővé teszi azt is, hogy a tanuló saját maga szabja meg a tanulás ütemét, folyamatát, az előrehaladás tempóját.
- Fejlesztheti a problémamegoldó készséget oly módon, hogy számos gyengén struktúrált, vagy nyitott végű kérdéssel találkozhat a diák.
- Biztosítja a személyes élményen alapuló tanulást a különböző problémaszituációkban.

Hozzá kell tennünk, hogy az ilyen jellegű környezetek a pedagógiai alkalmazáson túlmenően számos más (pszichológiai, etikai, stb.) problémát vetnek fel, amelyeket itt most nem tárgyalunk.

#### ⊗ Osztályterem alapú tanulási környezetek

A számítógépes eseteken túlmenően számos esetben maga az osztályterem szolgál egyfajta (a hétköznapi értelemtől most elvonatkoztatott) tanulási környezetként. Ennek eszköztára szintén meglehetősen változatos lehet. Ebbe a csoportra sorolhatók például a későbbiekben tárgyalásra kerülő hipermédia készítő project-ek.

Egy nagyon érdekes tanulási környezetet kínálnak az ún. "hands-on" típusú kiállítások, illetve múzeumok. Az egyik ilyen típusú múzeum például a londoni Tudományos Múzeum (Science Museum), ahol számos bemutatott tárgy és jelenséget nemcsak megnézhetnek a látogatók,

hanem interaktívan ki is próbálhatnak. Ilyesmire tesz kísérletet a budapesti Csodák Palotája is, jelenleg ugyan szerényebb keretek között, de nagyon dicséretes kezdeményezésként. Az ilyen kísérleteknek az adja a jelentőségét, hogy a sokszor bonyolult elméleti háttérű és a megértéshez esetenként komoly felkészültséget igénylő jelenségeket úgy próbálja megközelíteni és bemutatni, hogy a tanulni vágyó vagy "csupán" érdeklődő tanulók számára is élvezetet jelentsen a kipróbálás. A Nobel-díjas fizikus de-Gennes arra figyelmeztet egyik írásában, hogy a hétköznapi életben mindent elborító "gombnyomogatás" (távirányító, eger, billentyűzet) révén elveszíthetünk valamit, ami a kényelemnél sokkal fontosabb. Ez nem más, mint az "eszközök mögé látást", a jelenségek megértésének lehetőségét. Ezt a témakört tanulmányozza M. Resnick és munkatársai által vezetett BBB (Beyond Black Boxes - "Mi van a fekete doboz mögött?") project-je. (14)

A fentiek ismeretében már valamiféle fogalmat alkothatunk a konstruktív pedagógia által igényelt tanulási környezetről. A bemutatott elméleteknek megfelelő tanulási környezet tervezésének, kialakításának részletei már túl mennek ezen cikk lehetőségein, de a nemzetközi szakirodalomban könnyen kereshetünk megfelelő forrásokat erről. Nem szabad azonban megfélekednünk a másik (nem második!) meghatározó tényezőről, amely nem más, mint a tanuló. Komoly kutatási kérdés lehet, hogyan befolyásolja a tanulók személyisége a módszer alkalmazhatóságát? Milyen képességű tanulók esetében mutat nagyobb hatékonyságot? Milyen tulajdonságokat követel meg a tanulóktól (a "nyilvánvalóan" elengedhetetlenül fontos aktivitáson és érdeklődésen kívül), melyeket és hogyan fejleszt? Összemérhető-e a hagyományos módszerekkel való oktatásban résztvevő és a konstruktív módon tanuló diák teljesítménye, és milyen módon?

Nem vizsgáltuk azt sem részletesebben, hogyan változik a tanárok feladata az új szituációban. Folytathatnánk a sort további kérdésekkel, de csupán arra szeretnénk volna rámutatni, hogy igen sok még a feltáratlan terület, amelyek lelkes kipróbálókra, kutatókra várnak.

## **LEGO-LOGO, interaktív építőkockák és más eszközök**

Az MIT Média Laboratóriumában folyó kutatások egyik iránya azon eszközökkel foglalkozik, amelynél nem számítógépes mikrovilágokban, hanem a valóságos világban, számítógépek manipulációjával történik. (15-17) A kutatások célja szélesebb értelemben a számítógéphasználat tökéletes integrálása a hétköznapi életbe, a "mindenhol megtalálható" vagy mindenhol előforduló számítógépek kifejlesztése. Az így eltűnő számítógépek más formában épülnek majd be az emberek életébe, például "digitális munkaasztal" (digital desk) vagy "intelligens tábla" formájában, amely megjegyzi, amit ráírtak.

A Programozható építőkockák témaköre az eredeti Papert-féle LOGO kísérlet alapján került kidolgozásra. A LOGO programozási nyelv 1960-as évek végén történt létrehozása után hosszú ideig egy géphez kötött robotként, majd az egyre fejlettebb személyi számítógépek csak virtuális világában mászkált a nevezetes "teknőc", vagyis az képernyőn. Ezen próbáltak túllépni a népszerű LEGO játék felhasználásával, amikor a LEGO kockázat különböző számítógépes csatlakozási lehetőségekkel és érzékelőkkel szerelték fel. Az ilyen alkatrészekből épített "kreatív gépek" személyi számítógépeken futó LOGO nyelvű programok segítségével irányíthatóvá, vezérelhetővé váltak, és jelenleg kereskedelmi forgalomban is kaphatók (kissé borsos áron ugyan).

A LEGO/LOGO-nak nyilvánvaló "érdemei" mellett hamar több hátrányos vonására is fény derült is a kutatók számára, amelyek egyrészt a vezetékkel való összekapcsolásból eredtek. A gyakorlatban korlátozta az egyes eszközök mozgását, forgásnál rátekeredtek a gépre, stb. A másik egy konceptuális zavart jelentő probléma, tudnillik az, hogy nehéz elképzelni egy olyan önállóan tevékenykedő "teremtényt", amely egy dróthoz kötve működik csak. (A gépeken kívül ugyanis a gyerekek elkezdtek élőlényeket is kreálni, dinoszauruszt például.)

A fenti nehézségeket úgy próbálják kiküszöbölni a kutatók, hogy az irányítást végző miniatűr számítógépeket a kockák belsejébe építik. Ennek egyik típusa az ún. "Braitenberg-kocka", amely F. Martin ötletéből eredeztethető. Ennél a típusnál az egyes kockák csupán alacsony szintű feladatokat ellátó építőelemeket (logikai kapuk, időzítő áramköri elemek, stb.) tartalmaznak, és ezen építőelemek különböző féle összekapcsolódási lehetőségeiből származik a készíthető gépek sokfélesége. A tényleges "Programozható Kockák Project" még ezen is túl ment, hiszen azért, hogy ne korlátozódhasson az előre beépített elemek tudására a gyerekek által konstruálandó szerkezet, egy teljes számítógépet építettek a kockák belsejébe. Ezt egy Motorola 6811-es processzor és 32 Kbyte RAM beépítésével oldották meg, és a "kockát" különböző input/output lehetőséggel látták el, így változatos módon tud a környezetével kommunikálni. A szerkezet létrehozásának fő célkitűzése a többféleség/sokféleség (multiplicity), ami a következőket hivatott biztosítani:

- ⑩ sokféle aktivitás (a felhasználó fantáziájától függően más és más jellegű szerkezetek megalkotását biztosítja)
- ⑩ sokféle bemeneti/kimeneti csatlakozási lehetőség (motorok, fény- és hangérzékelő vagy éppen fény- és hang kibocsátó eszközök, infravörös vagy hőérzékelő és egyéb eszközök vezérlésére alkalmas csatolók, stb.)
- ⑩ több egyidejű folyamat vezérlése
- ⑩ és végül a kockák "többszörözése", összekapcsolhatósága. Nagyon lényeges, hogy a kockák ne csak önmagukban legyenek használhatók, hanem kapcsolódhassanak más hasonlókhoz is, így az adat- és információ cserét, és a bonyolultabb felépítésű szerkezetek konstruálását is támogassák.

A programozható építőköckekkel kapcsolatos tapasztalatok azt mutatják, hogy jól alkalmazhatók már alsó tagozatos kortól kezdve a legkülönbözőbb, kreativitást kívánó környezetekben. Ugyanakkor komoly gondokat okozhat a szervezésben, mert az iskolák munkaszervezésével nehezen összeegyeztethető egy-egy ilyen jellegű munkafeladat megvalósítása. Gondoljunk csak arra, hogy a 45 perces órába hogyan gyömöszölhető bele egy bármilyen kis eszköz megkonstruálása, és megvalósítása.

A program kutatói korábbi minták alapján (Papert-Solomon, majd Hillis) elkészítettek egy listát, "20 dolog, amit a programozható köckekkel csinálhatunk" címmel. Csak néhány ezekből példaként:<sup>1</sup>

- ⊗Csatlakoztassunk érzékelőket testünkre, amelyekkel a szívdobbanásainkat és a légzésünket tudjuk ellenőrizni például járás vagy futás közben. Csatlakoztassunk érzékelőket testünkhöz, amelyek mozgás esetén különféle hangokat hallatnak.
- ⊗Szereljünk az ajtóra egy programozható köcköt és egy fényérzékelőt, aminek segítségével figyelemmel kísérhetjük a belépők számát. Programozzuk úgy a köcköt, hogy üdvözlje (zenével vagy beszédhanggal) az ajtón belépőket.
- ⊗Ellenőrizzük a programozható köcka segítségével, tényleg lekapcsolódik-e a lámpa a hűtőszekrényben, ha becsukjuk az ajtaját.
- ⊗Küldjünk titkos üzenetet valakinek a szobán belül, akinek szintén van hasonló köckája.
- ⊗Építsünk olyan "élőlényt", akivel kommunikálni tudunk. Például reagáljunk különbözőképpen egy vagy két tapsra, illetve reagáljon arra, ha a "szemébe világítunk".
- ⊗Találjunk ki újabb 20 játékot a programozható köckekkel!

A kísérletekről részletesebb ismertetést találhatunk az Interneten. Természetesen ez a project sem egy befejezett, lezárt témakör, hanem újabb kutatások kiindulópontjaként tekintendő. A következő kutatási témának a "Gondolkodó eszközök" ("Toys to think with") címet adták a programozható köcök fejlesztői. Ennek keretében egyre újabb és újabb "intelligens" készülékekkel folytatnak kísérleteket. Ezekről is olvashatunk a MIT Média Laboratóriumánk weblapjain<sup>2</sup>.

Egy másik programozható eszköz, amely szintén már kereskedelmi forgalomban is beszerezhető, az ún. Roamer. Ez tulajdonképpen a már említett teknőcnek felel meg (néhány változata külsőre is hasonlít a teknőcre). A szerkezet a tetején található gombokkal előre programozható, majd a beprogramozott parancsok alapján a megadott irányokban lépeget (vagy éppen gurul) előre, hátra, fordul, megáll. Használatához semmilyen előképzettséget nem igényel, kisiskolás kortól kezdve könnyen használható. Fejlettebb változataihoz egyéb kiegészítőket is fejlesztenek, amelyek a mozgáson kívül más jellegű tevékenységre (pl. tárgyak megfogása, mozgatása) is módot adnak.

<sup>1</sup>A teljes lista megtalálható a Sulinet ([www.sulinet.hu](http://www.sulinet.hu)) Informatika rovatában.

<sup>2</sup>URL: [www.media.mit.edu](http://www.media.mit.edu)

## **Internetes és más számítógépes eszközök konstruktív módon való felhasználásának lehetőségei**

"Az Internet a korlátlan lehetőségek tárháza." Ezzel a közhellyel látszólag nem mondtunk sokat, de ha a példákat megvizsgáljuk, beláthatjuk, hogy a világháló esetében ténylegesen csak a képzeletünk szabhat határt a felhasználás módjainak. Mielőtt azonban az Internet, mint konstruktív környezet elemzésébe fognánk, kezdjük egyszerűbb eszközökkel.

Ha leszűkítjük a konstruálást csak valamilyen újszerű számítógépes produktum (esetleg állomány) létrehozására, akkor már egy szövegszerkesztő programmal készített oldal is eredménynek tekinthető. Miért nem konstruktív akkor minden szövegszerkesztés óra? Azért, mert leggyakrabban a tanulóknak egy előre elkészített sablon, vagy minta alapján kell új oldalakat létrehozni. Ez egyszerű utánczás, a tanulás magolásszerű formájára emlékeztet. Ennél sokkal hasznosabb dolgot is művelhetünk a számítógépekkel, akár egész fiatal kortól kezdve.

Érdekes kételyeket vetnek fel többen is (SARASON, KATZ, ELKIND) a szerintük túl korán elkezdett számítógépezéssel szemben. Piaget kutatásaira hivatkozva azzal érvelnek, hogy a körülbelül hét-nyolc éves életkorig tartó szakaszban (pre-operacionális korszak) a gyermekek gondolkodásának fejlődését elsősorban a valódi, háromdimenziós érzékeléssel járó (hands-on) manipulációknak van jelentős szerepük, és a gépeket "csak könyvként" használnák a gyerekek. Brown ezen állítást górcső alá véve, más kutatók tapasztalait is összegezve arra a következtetésre jutott, hogy a vizsgált alkalmazások közül sem a multimédiás rendszerű számítógépes könyvek, sem a grafikus jellegű programozás nem hozott kielégítő eredményeket. Az első esetben azért, mert kevés (vagy nulla) módot kínál a tanulónak a történések megváltoztatására és a manipulációra, a kérdésekre pedig általában egyértelmű, egyetlen helyes válasz adható. A második esetben elismeri, hogy a (grafikus) programozás tanítása valóban fejlesztheti egyes tehetséges tanulók képességeit, de túl nehéznek bizonyulhat az átlag számára. A fentiekkel szemben viszont a szövegszerkesztés órai használata megfelelt az előzetesen kitűzött céloknak és konstruktív elveknek, lévén flexibilis volt az egyéni képességek megnyilvánulásaival szemben, közösen dolgozhattak a diákok, és érvényesülhettek az előzetes tudásból és a gyerekek gondolkodásának közti különbségekben meglévő egyéni jellemzők. Konklúzióként két döntő tényezőt említ Brown, amelyek meghatározzák az osztálytermi munkában való számítógép használat értékét: a felhasznált programok minősége és alkalmazhatósága, valamint a tanár számítógép használattal kapcsolatos attitűdje és a számítógépes ismereteinek (program kezelésének) színvonala. (18-22) Óva intenek azonban attól, hogy ezen eredmények ismeretében holnaptól kezdve a legkorszerűbbnek mondott irodai programcsomag profi titkárnők szintjét messze meghaladó tudású szövegszerkesztőjével kezdjék el a kollégák tanítani a kicsiket. Sajnos erre is olvashatunk példát a magyar szakirodalomban. Megfelelő magyar nyelvű szoftver hiányában a Creative Writer nevű programot lehet ajánlani, amely (miután csak képeket használ) különösebb angol nyelvtudást nem igényel. Érdekes tény különben, hogy bár angol

nyelverületre számos ilyen jellegű szoftvert fejlesztettek, magyar nyelven nem találok hasonlóval.

Ha idősebb korosztályt vizsgálunk, az alkalmazható módszerek szélesebb skálája tárul elénk. A teljesség igénye nélkül nézzünk meg néhány példát:

#### ⓐ Kis terjedelmű szakértői rendszerek (expert system) létrehozása.

A szakértői rendszer tulajdonképpen nem más, mint egy tényekből (tudásbázis) és következtetési szabályokból felépülő program, amely egy megfelelő felhasználói interfészen keresztül képes tanácsot adni a felhasználójának, általában egy szűk tudásterületen. Ilyesfajta szakértői rendszerek a hazai iskolákban valószínűsíthető, hogy egyáltalán nem fordulnak elő. Ennek számos oka lehet: például a tanár nem ismeri a szakértői rendszer fogalmát, nem áll rendelkezésre megfelelő szoftver, nem tartják megvalósíthatónak, stb. A rendszer egy megvalósítására az angol Open University esettanulmányában bukkantam rá, ahol középiskolások készítettek időjárési előrejelzések ismeretében ad öltözködési tanácsokat. Érdekes lehetne például egy olyan alkalmazás, amely a tanuló érdeklődési körére, irányultságára vonatkozó kérdések alapján pályaválasztáshoz nyújtana segítséget.

#### ⓑ Hipertext-ek tervezése és létrehozása.

Ilyen jellegű próbálkozások a 80-as évek végén kezdődtek a felsőoktatásban, ezekről egy korábbi munkámban írtam. Az időközben eltelt néhány évben a témakörben a közoktatásban is számos kutatást végeztek különböző életkorú, tudásszintű és érdeklődésű tanulókkal, de a kapott eredmények nem egyértelműek. Min Liu (23) 4. osztályos általános iskolásokkal próbálkozott - sikerrel - hipertext-es anyagok elkészítésével, és azt tapasztalta, hogy a gyengébb és a átlagos képességű tanulók kreativitását fejlesztette a hipertext készítése, míg a jobb képességekkel rendelkezők eredménye romlott. Szintén eredményesebbnek bizonyult a kollaboratív munka az egyéninél. Az ilyen és ehhez hasonló megállapítások azt a tényt erősítik meg, hogy valóban kiemelten fontos a differenciált oktatás, és a személyre szabott segítségnyújtás és támogatás. Hesse és Untz tanulmányukban külön vizsgálják a rendszer-központú (system-centered) és a felhasználó-központú (user-centered) megközelítés módokat. (24) Előbbinél a hipertext-ek tervezése és létrehozása, a utóbbinál a "hipertér"-ben való navigáció, eligazodás, keresés a központi kérdések. A különböző kutatások eredményeit összegezve nagyon szerteágazó a felvázolt kép, a leírások egyértelmű következtetésre ritkán adnak alkalmat (25). Ennek számos okát találhatjuk: a mérés nehézsége, a mérésekben résztvevő tanulócsoporthoz sokfélesége, és néhány esetben az is bizonytalannak tűnt, hogy a mérés mit is kíván igazolni. Személyes tapasztalataim és meggyőződésem, hogy ez a terület igen tág teret nyújt a vizsgálódásra, és bizonyos vagyok abban is, hogy a hipertext-ek eredményesen használhatók mind a konstruktív pedagógiai eszköztár részeként, mint a kreativitás fejlesztésére. (26-27)

**10 Weblapok****készítése.**

A weblapok készítése gyakorlatilag nem más, mint az előbbieken említett hipertextek megtervezése és egy viszonylag kötött formátumban (HTML) való létrehozása. Annyiban tekinthető többnek véleményem szerint, hogy

- az Internet bevonásával szélesebb közönséghez juthat el a produktum, ezzel nagyobb szerepet kaphat a visszacsatolás mások részéről,
- a multimédia eszköztárának bevonásával meghaladja az eredeti, szűkebb hipertext koncepciót, amely gyakorlatilag csak szövegek között hozott létre kapcsolatokat;
- szintén az Internet révén ideális lehetőséget biztosít a kollaboratív munkára, akár egymástól kontinensnyi távolságban lévő, esetleg teljesen eltérő kultúrákban élő felhasználók számára.

Ez a szint az, amely a tanárképzésben és továbbképzésben is fontos szerepet játszhat. A tapasztalatok szerint ez az egyik legegyszerűbb módszer a tanárok közös munkájának megszervezésére (28-29). A tevékenységhez szükséges technikai tudás egy minimális szinten nagyon rövid idő alatt elsajátítható, és azután már csak az egyéni ambíciók, motivációk és hajlandóság szab határt az elérhető eredménynek vagy produktumnak. Az is egy pozitív vonása lehet a weblap-szerkesztésnek, hogy a tanár és a diák közötti is együttműködés alakulhat ki, ami az egyik legjobb motivációs tényező lehet a tanuló számára.

**10 Internetes****project-ekben****való****részvétel.**

Ezen tevékenység elméleti megalapozásának jó keretét adja a már sokat emlegetett Resnick (30) cikkében, ahol az "elosztott konstrukcionizmussal" (distributed constructionism) foglalkozik. Ezen cikkben világosan megfogalmazódik, miben tér el a szokványos, "információ-hozzáférés-hálózat" alapú felfogástól a hálózat felhasználásának konstruktivista módja, amelynek három legfontosabb tevékenységi formája:

- *eszmecsere alapú konstrukciók (discussing constructions)*
- *megosztott (közös) konstrukciók (shared constructions)*
- *együttműködéssel létrehozott konstrukciók (Collaboration on constructions)*

Az elosztott környezet egyúttal magában hordozza a decentralizáltságot is, amelynek elméleti modelljét szintén Resnicknél olvashatjuk. (31-32) Néhány gyakorlati megvalósítást is megemlíthetünk az elosztott, decentralizált modellre, ilyen például a StarLOGO környezet, a Resnick és Silverman által kifejlesztett LogoWEB, vagy a szintén MIT kezdeményezésre létrehozott Computer Clubhouse. (33) Ez utóbbi tulajdonképpen egy olyan tanulási időn kívüli tevékenységet biztosító számítógépes klub, ahol a tanulók (és tanáraik!) az érdeklődési körüknek megfelelő tevékenységi formákban vehetnek részt, életkortól függetlenül.

Térjünk át ezek után konkrét esetek bemutatására.

Az Internetes project-ekben való részvétel számos konstruktív felhasználási módot ígér. Magyarországon is jól ismert az I-EARN program, amely a diákok és tanárok széleskörű nemzetközi kapcsolattartását, és közös munkákban való részvételét igyekszik támogatni, illetve ennek keretét nyújtani. Nincs tudomásom arról, hogy történt-e valamiféle tudományos kísérlet vagy mérés a program hatásosságáról, a rajta keresztül elért fejlesztések eredményeiről és pedagógiai hatásairól.

Egy másik nagy szabású, tudományosan is támogatott project a **CSILE (Computer-Supported Intentional Learning Environments)** (34-38), amelyet folyamatosan vizsgálnak a programot eredetileg létrehozó kutatók, M. Scardamalia és Bereiter (Toronto-i Egyetem) vezetésével. (Ez tulajdonképpen a Resnick által vázolt elosztott konstrukcionizmus elemeire épülő empirikus kísérlet. Meg kell jegyezni, hogy a kísérlet korábban kezdődött, mint az említett cikk születési időpontja)

Mi a CSILE-project lényege?  
Három fő kutatási vonalra épül a program:

- a célzott tanulás, amely a szokványos jó iskolai teljesítményre való törekvés helyett a pontosan meghatározott kognitív célok elérésére összpontosít;
- a szakértelem létrejöttének, megalkotásának folyamatának tanulmányozása;
- az iskola "tudásépítő közösséggé" (knowledge building community) való átstrukturálása; (a "tudásépítő közösségre" jó modell a nemzetközi tudományos közösség működése)

A CSILE létrehozása a következő alapelvekre épült:

- A tudás-konstrukciós tevékenységek nyitottá tétele a tanulók közötti kommunikációban;
- A figyelem összpontosítása a kognitív célok elérése érdekében;
- A tudásbeli hiányosságok pozitív módon történő kezelése;
- Az egyéni fejlődésnek megfelelő (process-relevant) visszacsatolás és értékelés biztosítása;
- Az ismételtetésen és drill-en alapulótól eltérő tanulási stratégiák bátorítása és támogatása;
- A tanulók változatos tudásszervező lehetőségeinek (a hierarchikus szerveződésen kívül egyéb alternatív lehetőségek is vannak, például időszerűség (timeline), oksági láncok, stb.) alapján, biztosítása és támogatása;
- A már létező tudáselemek maximális kihasználása és elemzése, vizsgálata
- Lehetőség biztosítása az egyéni tempóban történő tanulásra és töprengésre, elmélkedésre;
- Előmozdítani az egyes ismeretkörök, tudásdoménk közötti transzfer kialakulását;
- Több felelősséggel felruházni a diákokat a közös tevékenységként végzett tanulással érdekében;

A fenti felsorolásban világosan látható a konstruktív elvek érvényesülése, és a gyakorlatban való használatuk lehetőségeinek széles skálája. Milyen jellemző tartalmi elemekből épül fel a CSILE?

- egy grafikus és szöveges feljegyzésekből épülő elsődleges tudásbázis;
- egy diákok által megalkotott és használt közös szótár;
- kommentálási lehetőség, amely által a tanulók kritikus és/vagy építő jellegű

megjegyzéseket fűzhetnek egymás munkáihoz;  
- "gondolkodó ikonok", amelyek a különböző típusú információk megjelölésére szolgálnak, hogy azok könnyebben azonosíthatóvá váljanak az adatbázisba való beépítés során;

- keresési lehetőség a különböző tudásdomének között a kívánt témához megadott megfelelő kulcsszavak alapján;

A funkciók folyamatosan bővülnek, ahogy a kezelő szoftver (keretrendszer) és maga az adatbázis is bővül.

A már közzétett vizsgálati eredmények alapján azt láthatjuk, hogy megfelelően motivált és kellő aktivitással rendelkező tanulók esetében mind a kooperatív (CSILE-modell alapján dolgozó), mind az egyéni tanulással ismereteket szerző elsajátítási forma eredményesnek bizonyulhat. Érdekesek a különbségek: az egyéni, önállóan kutató/tanuló diákok több és hosszabb szöveges feljegyzést produkáltak a mérések során, és jobb eredményt értek el a vizsgálat végén a szókincs tesztben. Ezzel szemben a másik (CSILE modellt használó) csoport tagjai jobban teljesítettek megfigyelések minőségével, sokkal jobban ismerték mások munkáit, kétszer annyi grafikus információt használtak, az információk felkutatásához hatékonyabb kulcsszavakat produkáltak, és lényegesen jobban kihasználták a program nyújtotta változatos gondolkodás szervezési lehetőségeket. Mivel a kutatás longitudinális módszerrel folyik, így érdemes az újabb kutatási eredményekkel is mielőbb megismerkedni. A legújabb fejlesztésekről a CSILE-vel kapcsolatban is az Internetről tájékozódhatunk<sup>3</sup>.

A CSILE programhoz hasonló elvekre épül az Egyesült Államok Oktatási Minisztériuma által is támogatott "Knowledge Building" (A tudás megalkotása vagy Tudás építése) című program, amelyet Kalifornia Egyetem Pedagógiai Tanszéke (Irvine, Kalifornia) kezdeményezésére indítottak. (39) A program elsődleges célja a tanárok és tanárszakos hallgatók megismertetése a korszerű technológiai eszközökkel és a konstruktív pedagógiai elveken alapuló tanítási módszerekkel. Az egy éves időtartamú kutatásban az egyetemi oktatókon, és doktoranduszokon kívül általános iskolai tanárok, diákok, tanárjelöltek, szaknácsadók és más szakemberek közösen vesznek részt. A program 8 fő területre összpontosít:

1. Konstruktívista pedagógiai hidelmek és a gyakorlat
2. Tudásépítés a tanulóközösségekben
3. Web-alapú tanaanyagok tervezése és értékelése.
4. A technológiai lehetőségek integrálása a tantárgyakba.
5. A tanulói portfóliók és teljesítmények felmérése
6. Tanár-támogató rendszer(Mentoring and Telementoring)
7. Tanári portfóliók fejlesztése
8. Technológia és egyenlőség

<sup>3</sup>URL: <http://www.csile.oise.utoronto.ca>

A program további részletei az Interneten megtalálhatók. Azért is érdemes vele megismerkedni, mert mintául szolgálhat hasonló hazai program elindításához. Egy másik hasonló tanárképzési project-ről számol be J. Hassard, amely a matematika és természettudományi szakos hallgatók körében indult a Georgia State University-n. (40)

## Összegzés

A tanulmányban bemutatott kísérletek egyrészt már elért eredményekről adnak számot, másrészt további kiindulási pontokat, sőt kutatási feladatokat és témákat biztosítanak a témakörrel foglalkozóknak, vagy akár a kísérletező kedvű tanároknak is. Kétségtelen, hogy az ismertett konstruktív megközelítésen alapuló tanítás jelentős többletmunkát igényelhet a szokásos gyakorlathoz képest, de a sikerélmény lehetőségét hordozza magában mind a tanár, mind a tanuló részére. A számítógéppel segített tanulás az újszerű tanulási környezetek alkalmazásával szembeni kételyekkel kevésbé foglalkoztam tanulmányomban, de természetesen ilyen vélemények is léteznek neves kutatóktól is. (41) Abban többnyire megegyeznek a szakértők, hogy nem sok értelme van az új eszközökkel a régi céloknak való megfelelést keresni, ehelyett a gyorsan változó világ követelményeihez kellene igazodnia - a mostaninál valamivel hatékonyabban - az oktatásnak is. A felmerülő elméleti viták eldöntésének legjobb módja a kísérleti kipróbálás lenne. Ehhez a kutatókon kívül olyan tanárookra is szükség lesz, akikről egy angol iskolaigazgató nyilatkozik egy interjúban: "Azt akarom, hogy az énektanár muzsikáljon és komponáljon, az angoltanár írjon, a történelemtanár szeressen történelmi kastélyokban, régi helyeken kóborolni. Olyan embereket akarok, akik megértik, hogy a feladatuk az, hogy minél gazdagabbá tegyék az általuk tanított gyerekek tapasztalatát és szemléletét."<sup>4</sup>

## Irodalomjegyzék:

1. NEGROPONTE, N.- RESNICK, M. - CASSEL, J. (1997): *Creating a Learning Revolution*  
URL: [www.media.mit.edu/](http://www.media.mit.edu/)
2. CSAPÓ, BENŐ (1999): *Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között*  
Iskolakultúra, 1999/10. 5-17. p.
3. NAHALKA, ISTVÁN (1997): *Konstruktív pedagógia. Egy új paradigma a láthatáron I-III.*  
Iskolakultúra, 1997/1.,2.,3.
4. HEIN, G. E. (1991): *Constructivist Learning Theory*  
CECA Conference, Jerusalem,  
URL: [www.exploratorium.edu/IFI/resources/constructivistlearning.html](http://www.exploratorium.edu/IFI/resources/constructivistlearning.html)
5. COBB, T. (1999): *Applying Constructivism: A Test for the Learner-as-Scientist*  
Educational Technology Research and Development, Vol. 47 p. 15-31.
6. BROOKS, J. G. - BROOKS, M. G. (1999): *In Search of Understanding - The Case for Constructivist Classrooms*  
(REVISED EDITION)
7. STROMMEN, F. (1992): *Constructivism, Technology and the Future Classroom Learning*  
URL: <http://www.ilt.columbia.edu/k12/livetext/docs/construct.html>
8. WILSON, B. G. (1995): *Metaphors for Instruction: Why we talk about learning environments?*

<sup>4</sup>Husbands, Chris: *Match points*, Guardian, 2000. jan. 11.

- Educational Technology, Vol. 35. Issue 5. p. 25-30.  
URL: [www.cudenver.edu/~bwilson/metaphor.html](http://www.cudenver.edu/~bwilson/metaphor.html)
9. JONASSEN, D. H. - ROHRER-MURPHY, L. (1999): *Activity Theory as a framework for Designing Constructivist Learning Environments*  
Educational Technology Research and Development, Vol. 47 p. 61-79.
10. PERKINS, D. N. (1991): *Technology meets constructivism: How they make a marriage?*  
Educational Technology, 1991. Issue 5. p. 18-23.
11. WILSON (1995) Id. mű
12. PAPERT, S. (1988): *Észrengés (A gyermeki gondolkodás titkos útjai)*  
Számítástechnika- alkalmazási Vállalat, Budapest, 1988.
13. FOLLOWS, SCOTT. B. (1999): *Virtual Learning Environments*  
T.H.E. Journal, 1999. november.  
URL: [www.thejournal.com/magazine/vault/A2374.cfm](http://www.thejournal.com/magazine/vault/A2374.cfm)
14. RESNICK, M.-BERG, R.-EISENBERG, M. (2000): *Beyond Black Boxes: Bridging Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation*  
Journal of Learning Sciences, vol. 9, no. 1, pp. 7-30.
15. RESNICK, M. - MARTIN, F. - SARGENT, R. - SILVERMAN, B. (1996): *Programmable Bricks: Toys to think with*  
IBM Systems Journal, Vol. 35. No. 3&4, MIT Media Lab.  
URL: [www.research.ibm.com/journal/sj/mit/sectionc/martin.html](http://www.research.ibm.com/journal/sj/mit/sectionc/martin.html)
16. HOGG, D., MARTIN, F., AND RESNICK, M. (1991). *Braitenberg Creatures. Epistemology and Learning Memo13, MIT Media Lab.*  
URL: <http://fredm.www.media.mit.edu/people/fredm/papers/vehicles/>
17. RESNICK, M.-BERG, R.-EISENBERG, M. (1999): *Learning with Digital Manipulatives: A New Generation of Fröbel Gifts For Exploring "Advanced" Mathematical and Scientific Concepts,*  
URL: <http://el.www.media.mit.edu/groups/el/papers/mres/digital-manip/index.html>
18. BROWN, D. L. (1996): *Kids, Computers, and Constructivism*  
Journal of Instructional Psychology, Vol. 23 Issue 3, p. 189
19. RICE, M. L. - WILSON, E. K. (1999): *How Technology Aids Constructivism in the Social Studies Classroom*  
Social Studies, Vol. 90 Issue 1. p. 28-33.
20. BENTLEY, D. - WATTS, M.(szerk.) (1989): *Learning and Teaching in School Science - Practical Alternatives*  
Open University Press, Milton Keynes,
21. EL-HINDI A., E.-LEU, JR.-DONALD, J. (1998): *Beyond Classroom boundaries: Constructivist teaching with the Internet*  
Reading Teacher, Vol. 51. Issue 8, p694
22. PARKER, ANGIE (1995): *From Puppets to Problem Solvers: A Constructivistic Approach to Computer Literacy*  
International Journal of Instructional Media, Vol. 22, Issue 3, p233
23. LIU, M. (1998): *The Effect of Hypermedia Authoring On Elementary School Students' Creative Thinking*  
Journal of Educational Computing Research, Vol. 19(1) p. 27-51.
24. UNZ, D. C. - HESSE, W. F. (1999): *The Use of hipertext for Learning*  
Journal of Educational Computing Research, Vol. 19(1) p. 279-293.

25. NICAISE, MOLLY-CRANE, MICHAEL (1999): *Knowledge Constructing Through HyperMedia Authoring*  
Educational Technology Research and Development, Vol. 47 p. 29-50.
26. FEHÉR, PÉTER (1997): *Using hypertext Applications in Educational Settings: Objectives, Tools, Methods.*  
Proceedings of III. Conference of Applied Informatics, Eger-Noszvaj, 1997.
27. FEHÉR, PÉTER (1995): *Hypertext-ek alkalmazásának lehetőségei az oktatásban.*  
Szakdolgozat, ELTE TTK 1995.
28. LEWIS, P. SCOTT - O'BRIEN, G. E. - GEORGE, JESSICA A. (1998): *Using of Construction of a Science Education Web Site as a Focus of Directed Study Course in Undergraduate Elementary Science Education*  
Electronic Journal of Science Education, November, 1998.  
URL: [unr.edu/homepage/jcannon/ejse/lewisetal.html](http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/lewisetal.html)
29. CUNNINGHAM, U. - ANDERSSON, S. (1999): *Teachers, pupils and the Internet* Stanley  
Thornes Ltd., Cheltenham,
30. RESNICK, M. (1996): *Distributed Constructionism*  
Proceedings of the International Conference on the Learning Sciences (Association for the  
Advancement of Computing in Education, Northwestern University), 1996.
31. RESNICK, M. (1996). *Beyond the Centralized Mindset.*  
Journal of the Learning Sciences, vol. 5, no. 1, pp. 1-22.
32. RESNICK, M. (1994): *Changing the Centralized Mind*  
Technology Review, Vol. 97 Issue 5, p. 32-41.
33. RESNICK, M. - RUSK, N. (1996): *The Computer Clubhouse: Preparing for Life in a Digital World*  
IBM Systems Journal, Vol. 35. No. 3&4, p. 431-440.- MIT Media Lab.  
URL: [www.media.mit.edu/groups/el/Papers/mres/Comp\\_club/Clubhouse.html](http://www.media.mit.edu/groups/el/Papers/mres/Comp_club/Clubhouse.html)
34. SCARDAMALIA, M.-BEREITER, C. (1996): *Engaging students in a Knowledge Society*  
Educational Leadership, Vol. 54. Issue 3 p6
35. SCARDAMALIA, M., & BEREITER, C. (1996): *Schools as knowledge-building organizations.* In D. Keating & C. Hertzman (Eds.), *Today's children, tomorrow's society: The developmental health and wealth of nations.* New York: Guilford.
36. LAMON, M., REEVE, R., CASWELL, B. (1999). *Finding Theory in Practice: Collaborative Networks for Professional Learning.* Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal.
37. GRAY, G. (1996): *CSILE (Computer-supported intentional learning environments)*  
URL: <http://snow.utoronto.ca/Learn2/greg/csile.htm>
38. LAMON, M., CHAN, C., SCARDAMALIA, M., BURTIS, P.J., & BRETT, C. (1993). *Beliefs about learning and constructive processes in reading: Effects of a computer supported intentional learning environment (CSILE).* Paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association, Atlanta.  
URL: <http://csile.oise.utoronto.ca/abstracts/beliefs.html>
39. BECK, R. - EVANS, D. - RIEL, M. (1999): *The Irvine Experiment in Restructuring Credential Program Preparation and Support through Technology*  
URL: [www.gse.uci.edu/ccre/knowledge\\_building/tieprop.html](http://www.gse.uci.edu/ccre/knowledge_building/tieprop.html)

40. HASSARD, J. (1999): *Students' Experience in Constructivist Learning Environments: An Inquiry into TEEMS - A Science Teacher Education Program*  
Keynote Speech at the 6<sup>th</sup> Nordic Research Conference on Science Education, Joensuu, Finland, 1999.
41. SOLOMON, G. (1997): *Újszerű konstruktivista tanulási környezetek*  
Iskolakultúra, 1997/12. p. 65-75.