

AZ OKTATÁSI TECHNOLÓGIA HATÁSAI: ELMÉLETI TÁVLATOK ÉS GYAKORLATI TAPASZTALATOK

Erno Lehtinen

Turkui Egyetem, Finnország

Az információs társadalom diskurzusában az információs és kommunikációs technológia (IKT) oktatási alkalmazását alátámasztó érvek az IKT néhány magától értetődő jótékony hatására építenek. Feltételezhető például, hogy a tanuló és a rendszer közötti interaktív kapcsolat kínálja lehetőségek jótékony hatással vannak a tanulásra. Az sem kétséges, hogy a tanulási feladatok illusztrálásában új távlatokat nyitó multimédiás IKT nagyban hozzásegít a jelenségek megértéséhez. Az IKT révén megnyíló lehetőség a valóságos jelenségek szimulálására egyike azoknak a vonásoknak, amelyek ennek az új technológiának az oktatásban való alkalmazását különösen nagy reményekkel kecsegtetővé teszik. Az ilyenfajta szimuláció hasznossága már számtalan speciális képzési helyzetben beigazolódott, így például repülőgép-pilóták és nukleáris erőművek kezelőinek esetében. Tovább növeli az oktatással foglalkozók lelkesedését az IKT-nek az a manapság legvonzóbbnak számító vonása, hogy az információforrások igen gyors, az egész világra kiterjedő hozzáférhetőségét teszi lehetővé. Az oktatásban is használatos az Internet is mint a tanár és a diákok illetve a diákok egymás közötti egyidejű vagy aszinkron kommunikációjának eszköze. Kérdés azonban, hogy az optimista vágyálmok mennyiben erednek az IKT-t övező általános lelkesedésből, illetve hogy bizonyíthatók-e ezek a vélt jótékony hatások. Jelen tanulmányunkban először az IKT hatására vonatkozó kutatási eredményeket összegyűjtjük, majd bemutatjuk saját elképzeléseinket a problémaközpontú IKT szimulációk felsőoktatásban történő felhasználásáról. Az előzetes empirikus kutatások azt mutatják, hogy ez a megközelítési mód az elméleti tudás és a gyakorlati készségek integrálásának viszonylatában nagyon nagy lehetőségeket rejt magában.

Az IKT a tanulásfejlesztésben: elméleti alapok

Az IKT hatása nem kizárólag a berendezések minőségétől, hanem mindenekelőtt a technológia pedagógiai alkalmazásának módjától függ. Ezért az alkalmazott pedagógiai módszer többnyire nagyobb súllyal esik latba, mint az alkalmazott technológia technikai jellemzői. Az IKT sikeres alkalmazása minden esetben együtt jár a kurzus egész tevékenységi környezetének szisztematikus megváltoztatásával. Különösen nagy hangsúlyt helyez

erre Salomon (1994), aki e változási mintáknak a leírására és elemzésére szolgáló eszközök fejlesztésére tett kísérletet.

A tanulás–tanítás új megközelítéseinek kidolgozásában jelentős szerepet játszott az IKT, amelynek a hatékonyságával szemben támasztott reményeket éppen a napjainkban folyó tanuláskutatás táplálja. Különösen a konstruktivista episztemológiai alapelvek alkalmazása bátorította fel a tanuláskutatókat annak vizsgálatára, hogy a technológia-alapú tanulási környezet milyen új lehetőségeit kínálja a diákok számára a tudáskonstrukcióra nézve jótékony hatású explorációs tevékenységeknek. Saját, a komplex tanulás vizsgálatára irányuló kutatásaink azt mutatták, hogy a számítógépes környezet nem a korlátok nélküli szabadságot jelenti, hanem sokkal inkább a diákok fogalmi konstrukciójához elengedhetetlen adekvát tevékenységek többé-kevésbé irányított Lehtinen és Rui, 1995). Az IKT oktatási felhasználásával kapcsolatos remények egyike az, hogy az információs technika segítségével kifejleszthetők olyan tanulási környezetek, amelyek egyidejűleg tudnak komplex problémahelyzeteket teremteni és a diákokat a tanulási feladatok bonyolult viszonyainak átlátására tett próbálkozásaikban hatékony eszközökkel segíteni (Achtenhagen és mtsai, 1993; Lajoie és Lesgold, 1982). Az úgynevezett mikro-világokkal és a szimulációs alapú természettudományos tanulási környezetekkel végzett kísérletek azt mutatták, hogy az információs technika segítségünkre lehet egy olyan újfajta tanár–diák interakció kialakításában, amelyben a diákok spontán tevékenysége és a tanári irányítás egyensúlyban van egymással.

Feltételezhető, hogy a tanulási szituációk és feladatok hitelessége fontos tényező a magasabb szintű tanulás kialakulásában (Brown, Collins és Duguid, 1989). Ez az állítás különösen nagy hangsúlyt kap a vanderbilti *Cognition and Technology Group* munkájában (1997). Számos tanuláskutató feltételezése szerint az információs technológia alkalmas arra, hogy a valós élet problémáit a gyakorlati problémamegoldásnak az elméleti tudás és a gondolkodási készségek megszerzésével való összekapcsolását lehetővé tévő formában közvetítse.

A tanuló társakkal való együttműködésre, közös munkára épülő oktatási modellek fontos szerepet kapnak a tanúlással–tanítással kapcsolatos legújabb kutatásokban. A diákoknak szükségük van olyan rugalmas eszközökre, amelyek segítségével meg tudják jeleníteni előzetes elképzeléseiket (externalizáció) és átláthatóvá tudják tenni gondolkodási folyamataikat mások számára is. A tevékenységközpontú környezetben rendelkezésre álló eszközöknek lehetővé kell tenniük a diákok számára egymás gondolkodásának követését és kölcsönös reflexióra kell ösztönözniük őket.

Az IKT használatára irányuló jelenlegi kutatások nagy része többé-kevésbé nyíltan vizsgálja a technológiát mint a tanár és a diákok, illetve a diákok egymás közötti társas interakcióját elősegítő eszközt. széleskörűen elemzi a számítógépeknek a kollaboratív tanulásra kifejtett ösztönző hatását. Különbséget tesz a számítógép *körül* és a számítógépen *keresztül* interakció között. Az előbbi a számítógépnek mint a párok közötti vagy kiscsoporton belüli kommunikáció segédeszközének szerepét hangsúlyozza. Crook szerint (1994. 189–193. o.) a technológia ezekben a helyzetekben úgy szolgálhat az együttműködés támaszául, hogy a diákok számára – az ő kifejezésével élve – közös vonatkozási pontokat (*shared reference*) biztosít. Szerinte a hagyományos tanterem túl szegényes felszereltségű ahhoz, hogy sikeres közös munka jöhessen ott létre: Nem ad elég támpont-

tot (*anchor points*) a tevékenységek és a figyelem koordinálására. A számítógép viszont alkalmas arra, hogy a diákok figyelmének egymással megosztott objektumokra való összpontosítását lehetővé tévő közvetítőeszköz legyen.

A megfelelő reprezentáció minden tanulási és konstrukciós folyamat lényeges eleme, de a releváns külső reprezentáció kérdése akkor válik különösen fontossá, amikor komplex fogalmak és készségek alkotják a tanulás tárgyát. Az IKT által biztosított reprezentációs eszközöknek segíteniük kell a diákokat idioszinkretikus és informális hipotéziseik külső megjelenítésében (externalizálásában), illetve ezeknek a hipotéziseknek a tudományos fogalmakkal és a kulturálisan elfogadott definíciókkal való összevetésében.

A kísérleti megalapozottságú empirikus bizonyítékok

Az IKT oktatásra gyakorolt hatását tudományos kutatások ezreiben vizsgálták azóta, hogy a 70-es évek első felében megtörténtek az első kísérletek az információs technológia oktatási hasznosításának. Ezek eredményeinek az összegzésére számtalan ismertető cikk és metaanalízis született. Áttekintve ezt a több, mint 1000 eredeti kísérletről szóló ismertetőt az alábbi általános következtetések adódnak. Mindent egybevetve, a szakirodalmi tanulmányok és metaanalízisek azt mutatják, hogy az IKT-val tanuló diákok többet és gyorsabban tanultak meg, mint a kontrollcsoportok tagjai. A kísérletek során az IKT erősítette a diákok motivációját és a társas interakciót is. A tanulás minősége az IKT alkalmazás típusától függött. Ugyanakkor a kísérleti rendszereknek (*design*) megvannak a maguk korlátai, aminek különösen nagy jelentősége van a kísérleti eredmények gyakorlati vonatkozásainak vizsgálatakor. A szakirodalmi tanulmányok és metaanalízisek értelmezésekor nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy az esetleges hibák következtében azok túlságosan pozitív képet festhetnek az információs technológiának az oktatásban kifejtett hatásáról, ahogyan arra is felhívta a figyelmet. Fontos tudnunk, hogy mielőtt egy kutatásról beszámoló tanulmány megjelenik, át kell esnie egy kritikai értékelő folyamaton, amely többnyire kiszűri a „nulla eredményes” cikkeket. Azoknak a közleményeknek, amelyek a hipotézisükkel összhangban lévő eredményeket hoznak, sokkal nagyobb esélyük van a megjelenésre, míg a hipotézisükben pozitív eredményt váró, de azt produkálni nem tudó tanulmányok nagy valószínűséggel nem jelennek meg.

A metaanalíziséből egyértelműen kirajzolódó egyik legfontosabb megfigyelés a kísérletek időtartamára vonatkozott: a rövidtávú számítógépes oktatás eredményei minimálisak. A hatásméret jelentős megnövekedését a kísérlet tartamának néhány nappal négy-hét hétre való növelésével lehetett csak elérni. Ugyanakkor viszont az ennél tovább tartó kísérletek esetében a hatékonyság ismét csökkenni kezdett. Ez egész egyszerűen azt jelenti, hogy létezik egyfajta *nóvum-effektus*. Az új módszer vagy technika érdekessé teszi a tanulási helyzetet; ez már magában és magától növeli a motivációt és javítja a teljesítményt azt követően, hogy a diákok rövid gyakorlás után megtanulnak az új rendszerrel bánni. Ha az új módszer vagy technika ennél valamivel hosszabb ideig van használatban, az újdonság ereje megkopik – marad az új rendszer által lehetővé tett új tevékenységek és tanulási folyamatok kialakította hatékonyság. A kísérletek hosszával kapcsolatos

eredmények azt mutatják, hogy a hosszabb tanítási–tanulási szakaszok esetében a hatás stabilizálódik és, ha a kísérlet tartamát még jobban kitérítjük, a továbbiakban visszaesés már nem tapasztalható.

Khaili és Shashaani még egy fontos megfigyelést tett. Az egészen kis csoportokkal végzett kísérletek hatásmérete különösen magas volt, míg a hatás erősen csökkenni kezdett, ha a kísérleti csoportlétszámok növekedtek. Ez az eredmény kapcsolódik a tanulási környezet elemzői körében napjainkban folyó vita fő témájához, nevezetesen, hogy a kis-csoportokban végzett kísérletek eredményeit hogyan terjeszthetjük ki az egész oktatási rendszerre.

Elmélet és gyakorlat integrálása IKT alapú tanulási környezetben

A magasabb rendű tudás IKT által történő fejlesztésének egyik ígéretes módja a természettudományok elméleti ismeretanyagának konkrét problémákra és esetekre alapuló integrálása számítógépes szimulációs környezetben. Ezt a módszert alkalmazták már egészségügyi képzésben és az empirikus kutatás módszertanának oktatásában (*Salmi, Lehti és Lehtinen, 2000; Lehti és Lehtinen, 2000*). E gyakorlati alkalmazások példaként szolgálhatnak arra, hogy a multimédia és az interaktivitás a hagyományos módszerekkel nehezen elvégezhető tanulási feladatok új megközelítési módját nyújthatják.

A felsőoktatás hagyományos stratégiája, miszerint a tudományág belső elméleti struktúráját kell megtenni a tanmenet vázának és jól definiált, szegmentált tanulási feladatokra kell hagyatkozni, sikertelennek bizonyul, mert nem tudja kifejleszteni a diákokban a tudás komplex, rosszul definiált (*ill defined*) gyakorlati helyzetekben történő alkalmazásának a képességét (*Lehtinen, 1997*). Az ilyen jellegű felsőoktatás legtöbbször kudarcot vall abban, hogy ellássa a diákjait a munka világának különféle problémamegoldó szituációiban és a munkatevékenység során alkalmazható tudással és képességekkel (*Mandl, Gruber és Renkl, 1993*). *Boshuizen és mtsai (1995)* a tudáselsajátítás helyett a tudás strukturálását a középpontba állító kutatásuk során felismerték, hogy az orvostanhallgatók a betegségekről jelentékeny mennyiségű alaptudással rendelkeznek, de ezt ritkán alkalmazzák klinikai gondolkodásukban. Különösen az intézményes oktatásra igaz, hogy a komplex területeket kisebb tartalmi egységekre bontják, amelyeket aztán sorba rendeznek (*list curriculum, Achtenhagen és mtsai*). Ezek a célokról és tartalmi egységekről készített felsorolások hasznosnak bizonyultak az oktatás szempontjából, de sajnálatos módon nem segítették a komplex problémamegoldás és tudásstruktúrák elsajátítását. Még a tartalmi egységek tökéletes ismerete sem elegendő egy komplex szituáció megértéséhez, és a jelen esetben a tanulás eredményei nem haladják meg az elszigetelt egységek listája memorizálásának szintjét (ld. *Lajoie és Lesgold, 1989*). A pedagógiai módszerek és a tanulás vizsgálatából kifejlődött néhány új, a diákoknak a rosszul definiált feladatok megoldását megtanító irányzat. Ezek a tanítási módszerek a kognitív rugalmassággal jellemezhető folyamatokra és a komplexitást megragadó autentikus problémafelvetésre helyezik a hangsúlyt. Az úgynevezett problémaközpontú módszerek esetében az eredmé-

nyesség az autentikus esetek és a gyakorlati tudás szerepének hangsúlyozásával vált elérhetővé (ld. *Hmelo*, 1998; *Stepien* és *Gallagher*, 1993).

Ez azt jelenti, hogy a formális illetve az informális tudás nem tekinthető két alternatív megközelítési módnak. Mindkettőre egyidejűleg van szükség a magas színvonalú jártasság (adott terület alapos ismerete és az ott szükséges képességek birtoklása, *expertise*) kialakításához. A formális tudás biztosíthatja azokat az absztrakt eszközöket, amelyekre a szakembereknek és a diákoknak egyaránt szükségük van egy adott tudásterület kialakulásának nyomon követéséhez, illetve új információk megszerzéséhez (*Lehtinen*, 1997). A kizárólag informális tudásra alapozott tudásstruktúra, a „hallgatólajos” (*tacit*) tudás a regeneráció szempontjából rugalmatlan. A gondosan kialakított, szimulált, számítógép generálta tanulási környezetben a diák túlnyomórészt azokra a kérdésekre koncentrálnak, amelyek a szóban forgó feladat elméleti és gyakorlati megoldásához szükségesek. A valós életből vett helyzetek elválaszthatatlanok az olyan időigényes feladatoktól, amelyek a tanulás szempontjából irrelevánsak, szimulált környezetben azonban az ilyen feladatok gyorsan elintézhetőek (*Lehtinen*, 1997).

Az életszerű, a munkakörnyezetekre jellemző komplex problémák vizsgálata a felsőoktatás számos területén problémát jelent, mert az ezeket a problémákat felvető gyakorlati projektek jelentős befektetéseket tesznek szükségessé; hosszadalmasak; etikai és biztonsági szempontból aggályosak lehetnek. Az ezeket a komplex, gyakorlati problémákat szimuláló számítógépes programok viszont lehetőséget nyújthatnak arra, hogy a felsőoktatás fel tudja készíteni a jövő tudományos szakembereit viharos gyorsasággal fejlődő társadalom irányukban támasztott elvárásoknak teljesítésére (*Lehtinen* és *Rui*, 1995). A szimulált környezetben lehetőség van olyan komplex problémahelyzetek gyakorlására, amelyek a gyakorlati munkában nagyon ritkán jelentkeznek, de amelyekkel a szakembereknek képesnek kell lenniük azonnal megbirkózni.

A multimédián keresztül a diák lehetőséget kap arra, hogy különböző gyakorlati módszerekkel feldolgozza az adott területet és különböző útvonalakon bejárhatja az „oktatás tájainak” kontextusait, tartalmait, modalitásait. Így a tanuló nemcsak erősíteni tudja a már kialakult képzettségét, hanem – ami még fontosabb – a tartalomnak és a folyamatoknak még több kapcsolódási pontját tudja kialakítani az adott tudásterületen belül (*Hoffman* és *Ritchie*, 1997). *Spiro* kognitív rugalmasság elmélete (1998) „új konstruktivista” választ kíván adni a gyengén strukturált (*ill structured*) területeken a magas szintű tudáselsajátításban jelentkező nehézségekre. Elmélete a tanulás, a mentális reprezentáció és az oktatás elméleti megközelítéseinek integrációjára épül. Fő tétele az, hogy a magasabb rendű tanulás céljainak, vagyis a megértés komplexitásainak tökéletes elsajátítása, illetve a transzferálhatóság érdekében alapvetően fontos ugyanahhoz az anyag-részhez különböző időpontokban, átrendezett kontextusban, más-más céllal és más-más fogalmi szemszögből való visszatérés. Ugyanazt a tartalmat a teljes megértés érdekében többször is át kell venni, egyrészt a gyengén strukturált területek eset- és fogalomentitásainak komplexitásából eredő pszichológiai szükségletek miatt, másrészt a kontextuálisan előidézett variabilitás, illetve a többszörös tudásreprezentáció és a tudáskomponensek többszörös összekapcsolásának igénye miatt (*Spiro*, 1998). *Spiro* és munkatársai egy metaforával érzékeltetik a kognitív rugalmasság elméletéből kidolgozott és a hipertext alapú oktatási rendszerek kifejlesztésében alkalmazott elméletüket: ez egy keresztbe-

kasul átszelt táj, ami a komplex tárgykör nem-lineáris és sokdimenziós bejárását jelképezi, ahol különböző alkalmakkor és különféle irányokból visszatérünk a fogalmi tájnak ugyanahhoz a pontjához (*Spiro*, 1998; *Spiro és mtsai*, 1991).

A komplex tanulást lehetővé tevő számítógépes tanulási környezet kialakításának pedagógiai irányelvei

A továbbiakban összegezni kívánom azokat az elméleti szempontokat, amelyek minket is vezértek IKT alapú tanulási környezetünk kialakításakor. E tanulási környezetek számítógépes szimulációk segítségével kívánják ötvözni a természettudományos elméleti tudás megszerzését a konkrét eseteket és problémákat központba állító megközelítéssel (*Lehtinen és Rui*, 1995; *Lehtinen, Hämäläinen és Mälikönen*, 1998).

A komplexitás szem előtt tartása már a tanulási folyamat legelejétől

Néhány újonnan kifejlesztett számítógépes tanulási környezet kialakításakor a tantárgyi terület komplexitására tudatosan irányult nagy figyelem. A különféle megközelítési módok egyik közös elemének tűnik, hogy a diákokat már a kezdetektől fogva ráébresztik a feladatok strukturális komplexitására. Ahelyett, hogy elszigetelt tartalmi egységeket tanulnának, a diákok az ilyen környezetben komplex problémakörökkel ismerkednek meg miközben a problémák aleggységeit tanulmányozzák (*Achtenhagen és mtsai*, 1993; *Cognition and Technology Group at Vanderbilt*, 1996 és 1997; *Lajoie és Lesgold*, 1992; *Goldman és mtsai*, 1996). Feltételezésünk szerint az információs technológia segítségével kifejleszthetők olyan eszközök, amelyek hatékonyan segítséget adhatnak a diákoknak a tanulási feladatok komplex viszonyrendszerének megragadásában.

A szakember irányítása és a spontán felfedezés megfelelő integrálása

Projektünk céljai közé tartozott egy olyan gazdag technológiai környezet kifejlesztése, amelyben a komplex fogalmak és készségek kialakítását segítő tevékenységek végezhetők. A konstruktivizmus jelenleg érvényesülő irányzatában a szabad, spontán exploráció folyamatán és a felfedezésen van a hangsúly. A konstruktivizmusnak ez a „romantikus” felfogása azonban nem szolgál megfelelő alapként a komplex fogalmak és készségek elsajátítását szolgáló tanulókörnyezetek kifejlesztéséhez (*Aebli*, 1987 és *Reusser*, 1996). Szükség van a tanári útmutatásra, de nem tudástranzmissziós próbálkozások formájában. Az információs technológia alkalmas a tanár-diák kapcsolat újszerű formáinak a kialakítására, ahol a diák spontán tevékenysége és a tanári útmutatás kiegyensúlyozzák egymást.

Az életszerű problémák és az absztrakt gondolkodás integrálása

Ahogy korábban már megállapítottuk, joggal feltételezhető, hogy az autentikus tanulási helyzetek és feladatok elősegítik a magasabb szintű tanulás kialakulását (*Brown, Collins és Duguid, 1989*). Különösen nagy hangsúlyt kapott ez a gondolat a vanderbilti *Cognition and Technology Group* (1996) munkájában. Az a legfontosabb, hogy a tudás és a képességek megszerzését releváns helyzetekhez és a valós életből vett feladatokhoz kössük, ami az intézményes oktatás keretein belül meglehetősen nehéznek bizonyul. Ugyanakkor az is általános, hogy az iskola kontextusában elvégzett gyakorlati projektek legtöbbször egyáltalán nem járulnak hozzá az absztrakt készségek és tudásanyag megszerzéséhez. Véleményünk szerint az információs technológiát az életszerű problémák közvetítésére olyan módon kell felhasználni, hogy a gyakorlati problémamegoldás az elméleti fogalmak és az általános gondolkodási készségek tanulásával párhuzamosan folyhasson.

A feladathoz kapcsolódó társas interakció előmozdítása

A tanulótársakkal való együttműködést hangsúlyozó oktatási modellek fontos szerepet kaptak a legfrissebb kutatásokban, és a kooperatív tanulás előnyeit kísérleti eredmények is alátámasztják. A csoporton belüli együttműködés azonban nem automatikusan segíti elő a magasabb szintű kognitív készségek és komplex tudásstruktúrák kialakulását. Az egymás megértésére és a feladathoz kapcsolódó társas interakcióra kínálkozó lehetőségek gyarapításához olyan interakciós eszközökre van szükség, amelyek a megtanulandó új fogalmakhoz illetve a diákok korábbi tapasztalataihoz és tudásához egyaránt kapcsolódnak (*Katz és Lesgold, 1993*). A diákoknak rugalmas módszerekre van szükségük ahhoz, hogy induló elképzeléseiket meg tudják külsőleg jeleníteni, illetve gondolkodási folyamataikat mások számára is láthatóvá tudják tenni. A tanulási környezetben hozzáférhető eszközöknek lehetővé kell tenniük, hogy a diákok még olyan helyzetekben is nyomon tudják követni egymás gondolati folyamatait, ahol a verbális kommunikáció nem lehetséges, továbbá a környezetnek és a munkamódszereknek a diákokat az egymásra való kölcsönös reflexióra kell ösztönözniük.

Többszörös fogalmi reprezentáció biztosítása

Habár az adekvát reprezentáció minden tanulási és konstrukciós folyamat lényeges eleme, a releváns külső megjelenítés kérdése külön kiemelt jelentőségre tesz szert, amikor komplex fogalmak és készségek képezik a tanulás tárgyát (*Kozma és mtsai, 1996*). A hagyományos tanítási módszerek nem veszik közvetlenül szemügyre a fogalomnak és reprezentációjának viszonyát. Éppen ellenkezőleg, gyakran az a helyzet, hogy a tanár által használt külső, konkrét reprezentációt tekintik magának a fogalomnak. Ha a diákokat nem ösztönözzük a konkrét tények és algoritmusok mögött meghúzódó absztrakt fogalmak és műveletek vizsgálatára, akkor mechanikus eljárások és szimbolikus kifejezések másolása és memorizálása segítségével próbálják megtanulni az anyagot. Hipotézisünk az, hogy különösen absztrakt és komplex fogalmak esetében csak a többszörös repre-

zentáció alkalmazása segítheti elő a magasabb szintű tanulás kialakulását. Projektünk egyik célja éppen az, hogy egy gazdag technológiai környezetben a leképezési, megjelenítési eszközök széles választékát bocsássa a diákok rendelkezésére konstrukciós folyamataik elősegítésére.

Következtetések

Kísérleteink eredménye az volt, hogy a problémaközpontú szimulált környezetek javítják a diákok komplex, életszerű esetekben mutatott problémamegoldási képességét (*Salmi, Lehti és Lehtinen, 2000; Lehti és Lehtinen, 2000*). Ha az IKT alapú szimulációs környezeteket a számítógépes kollaboratív módszerekkel ötvözzük, akkor jelentősen megnöveljük a diákok esélyeit arra, hogy olyan komplex feladatokkal is meg tudjanak birkózni, amelyeket nagyon sok, egymástól lényegesen eltérő módon lehet megközelíteni és ahol a problémamegoldási folyamat nagyban függ attól, hogy a diák megérti-e a jelenség mögött húzódó elméletet és alapelveket. Ebben az értelemben munkánk bizonyos hasonlóságot mutat *Lajoie és Lesgold* projektjével (1989, 1992), akik a légierő műszaki személyzetének tanítottak problémamegoldó készségeket áramkörök szimulálása segítségével.

Tapasztalataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a hatékony tanulási környezetnek meg kell felelnie néhány fontos kritériumnak. Először is, a szimulált konkrét eseteket és problémahelyzeteket hiteles formában kell bemutatni. Vagyis a diákoknak hinniük kell abban, hogy nagyjából ugyanilyen problémákkal kell a valós szakmai életben is szembesülniük. Másodszor, megfelelő reprezentációs háttérrel kell biztosítani a diákok számára, amelynek segítségével kognitív túlterhelés nélkül tudnak megbirkózni a komplex feladatokkal. Harmadszor, a diákoknak lehetőséget kell biztosítani arra, hogy szabadon mozoghassanak a konkrét esetek és a szisztematikus elméleti modellek között. Negyedszer, olyan visszacsatolási rendszert kell beépíteni a tanulási környezetbe, mely arra ösztönzi a diákokat, hogy reflektáljanak a saját megoldási folyamataikra. Ötödször, a tanulási környezetnek elő kell segítenie a tanár és a diákok illetve a diákok egymás közötti interakcióját. Hatodszor, a számítógépes környezetnek az általános oktatási kontextus szerves részét kell képeznie.

Irodalom

- Achtenhagen, F., John, E. G., Preis, P., Schunk, A., Seemann-Weymar, H., Tram, T. és Weber, S. (1993): Learning, thinking and acting in complex economic situations. *Economia*, 3. 1. sz. 8–17.
- Aebli, H. (1987): Mental development: Construction in a cultural context. In: Inhelder, B., Caprona, D. és Cornu-Wells, A. (szerk.): *Piaget today*. UK: Lawrence Erlbaum Associates, Hove. 217–232.
- Artzt, A. F., és Armour-Thomas, E. (1992): Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9. 137–175.

- Boshuizen H. P. A., Schmidt H. G., Custers, E.J.F.M. és Van de Wiel, M. W. (1995): Knowledge development and restructuring in the domain of medicine: The role of theory and practice. *Learning and Instruction*, **5**, 269–289.
- Brown, J. S., Collins, S. és Duguid, P. (1989): Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, **18**, 32–42.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1997): *The Jasper project: Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development*. Lawrence Erlbaum, Mahwah.
- Goldman, S. R., Petrosino, A. J., Sherwood, R. D., Garrison, S., Hickey, D., Bransford, J. D., és Pellegrino, J. W. (1996): Anchoring science instruction in multimedia learning environments. In: Vosniadou, S., DeCorte, E., Glaser, R. és Mandl, H. (szerk.): *International perspectives on the design of technology-supported learning environments*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale. 257–284.
- Hmelo, C. E. (1998): Problem-based learning: Effects on the early acquisition of cognitive skill in medicine. *The Journal of the Learning Sciences*, **7**, 2. sz. 173–208.
- Hoffman, B. és Ritchie, D. (1997): Using multimedia to overcome the problems with problem based learning. *Instructional Science*, **25**, 97–115.
- Johnson, D. W., és Johnson, R. T. (1992): Positive interdependence: Key to effective cooperation. In: Hertz-Lazarowitz, R. és Miller, N. (szerk.): *Interaction in cooperative groups: The theoretical anatomy of group learning*. Cambridge University Press, New York. 174–199.
- Katz, S., és Lesgold, A. (1993): The role of the tutor in the computer-based collaborative learning situations. In: Lajoie, S. és Derry, S. (szerk.): *Computers as cognitive tools*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale. 289–317.
- Kozma, R. B., Russell, J., Jones, T., Marx, N. és Davis, J. (1996): The use of multiple, linked representations to facilitate science understanding. In: Vosniadou, S., De Corte, E., Glaser, R. és Mandl, H. (szerk.): *International perspectives on the design of technology-supported learning environments*. 41–60). Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- Lajoie, S. P. és Lesgold, A. (1989): Apprenticeship training in the workplace: Computer-coached practice environment as a new form of apprenticeship. *Machine Mediated Learning*, **3**, 7–28.
- Lajoie, S. P. és Lesgold, A. M. (1992): Dynamic assessment of proficiency for solving procedural knowledge tasks. *Educational Psychologist*, **27**, 3. sz. 356–384.
- Lehti, S. és Lehtinen, E. (2000): Computer-based authentic instruction in teaching empirical research methodology. *Proceedings of Managing Learning Innovation Conference*, Lincoln.
- Lehtinen, E. és Rui, E. (1995): Computer-supported complex learning: An environment for learning experimental methods and statistical inference. *Machine Mediated Learning*, **5**, 3–4. sz. 149–175.
- Lehtinen, E., Hämäläinen, S. és Mälkönen, E. (1998): Learning experimental research methodology and statistical inference in a computer environment. Előadás az AERA évenkénti konferenciáján, San Diego.
- Lehtinen, E. (1997): Tietotekniikka ja yliopisto-opetuksen kehittäminen. Teoksessa A. Jauhiainen (toim.) "...sekä antaa siihen perustuvaa ylintä opetusta" *Turun yliopistonkasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja*. B:58, Painosalama oy, Turku. 165–194.
- Lundeberg, M. A. és Bergland, M. (1998 April): Fostering scientific inquiry, confidence and motivation through case-based computer investigations. *Case-based computer investigations 1*. Paper presented at the American Educational Association, San Diego, California.
- Mandl, H., Gruber, H., és Renkl, A. (1993): Misconceptions and knowledge compartmentalization. In: Strube, G. és Wender, K. F. (szerk.): *The cognitive psychology of knowledge*. North-Holland, Amsterdam. 161–176.
- Reusser, K. (1996): From cognitive modeling to the design of pedagogical tools. In: Vosniadou, S., De Corte, E., Glaser, R. és Mandl, H. (szerk.): *International perspectives on the design of technology-supported learning environments*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale. 81–103.

- Salmi, S., Lehti, S. és Lehtinen, E. (2000): Using multimedia in integrating problem and discipline based approaches: Multimedia simulation in medical education. *Proceedings of Managing Learning Innovation Conference*, Lincoln.
- Schmidt, H. G. és Boshuizen, H. P. A. (1993): On acquiring expertise in medicine. *Educational Psychology Review*, **5**. 205–221.
- Spiro, R. (1998): Constructivism, old and new: Cognitive flexibility theory and the promotion of advanced knowledge acquisition. <http://www.icbl.hw.ac.uk/~granum/lecturer/rand.htm>.
- Slavin, R. E. (1992): When and why does cooperative learning increase achievement? In: Hertz-Lazarowitz, R. és Miller, N. (szerk.): *Interacting in cooperative groups. The theoretical anatomy of group learning*. Cambridge University Press, New York. 145–173.
- Slavin, R. E. (1997): Research on cooperative learning and achievement: A quarter century of research. Előadás az Annual Meeting of Pedagogical Psychology konferencián, Frankfurt.
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. és Coulson, R. L. (1991): Cognitive flexibility, constructionism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. *Educational Technology*, **31**. 24–33.
- Stepien, W. és Gallagher, S. (1993): Problem-based learning: As authentic as it gets, *Educational Leadership*, **7**. 25.

ABSTRACT

ERNO LEHTINEN: ON THE IMPACT OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY: THEOREICAL PROMISES AND PRACTICAL EXPERIENCES

In the public information society discourse, the arguments for the use of ICT in education are typically based on various self-evident benefits of information and communication technology. For example, the possibilities for an interactive relationship between the learner and the system are assumed to be beneficial to learning. Similarly, it seems obvious that the multimedia features of ICT that opens new possibilities to illustrate learning tasks facilitate the understanding of the phenomena. The possibility to use ICT in simulating real-life phenomena is one of the features of this new technology that has held out hopes of its educational value. The usefulness of the ICT based simulation has been self-evident in many special training situations, as in training jet plane pilots or nuclear power plant operators. Very fast world-wide access to information sources is currently one of the most promising feature of ICT that raises enthusiasm among educators. Educators also rely on the Internet as a useful tool for synchronous and asynchronous communication between teacher and students and among students. ICT has played a noteworthy role in developing new theoretical approaches on learning and instruction. One source of the desires of ICT's impact originates in the current learning research. The adaptation of constructivist epistemological principles, in particular, has encouraged learning scientists to analyse how technology-based environments would provide learners with new opportunities for exploratory activities which are beneficial for knowledge construction. Many learning scientists have assumed that information technology can be used to mediate real life problems to schools in a form that makes it possible to connect the practical problem solving with the learning of theoretical ideas and general thinking skills. Most of the recent research on the use of information and communication technology in education is more or less explicitly considering technology's possibilities to facilitate social interaction between teacher and students and among students. Appropriate representations are important elements in any learning and construction processes, but the problem of relevant external representations is highlighted when complex concepts and skills are the content of learning. Representational tools provided by the ICT should help the students to externalise their idiosyncratic and informal hypothesis and to compare this hypothesis with scientific concepts and culturally shared definitions. Thousands of experimental studies on the educational impact of ICT have been carried out since the first attempts to assess the educational use of information technology in the early 1970's. All together, the reviews and meta-analyses of the experiments show that ICT students have learned more and faster than students in control groups. In these experiments ICT has also improved student motivation and social interaction. The quality of learning depended on the type of ICT application. It is, however, an open question how much the optimistic desires are based on general enthusiasm or limited experimental evidence. Large evaluation studies in everyday classroom situations do not fully support the positive conclusion raising from theoretical considerations of laboratory type experiments. In this paper I summarise some findings of the recent research on the impact of ICT, give explanations for observed obstacles in applying ICT in regular classrooms, and present some ideas of effective implementation of ICT tools in regular classrooms.

Magyar Pedagógia, **101**. Number 4. 449–459. (2001)

Levelezési cím /Address for correspondence: Erno Lehtinen, Torun Yliopisto, kasvatustieteden laitos. Lemminkäistenkatu 1, FIN-20520 Turku