

UNIVERSITATEA "BABEȘ-BOLYAI", CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE PSIHOLOGIE ȘI ȘTIINȚE ALE EDUCAȚIEI
CATEDRA DE PSIHOLOGIE

MIHALCA LOREDANA

**PROIECTAREA ȘI EVALUAREA TEHNOLOGIILOR
INSTRUCȚIONALE COMPUTERIZATE. O
PERSPECTIVĂ COGNITIVĂ**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:
Prof. Univ. Dr. MIRCEA MICLEA**

**CLUJ-NAPOCA
2011**

Către

Vă trimitem rezumatul tezei de doctorat PROIECTAREA ȘI EVALUAREA TEHNOLOGIILOR INSTRUCȚIONALE COMPUTERIZATE. O PERSPECTIVĂ COGNITIVĂ, autor LOREDANA MIHALCA, teza urmând a fi susținută în vederea obținerii titlului științific de doctor în psihologie.

Un exemplar al tezei s-a depus la biblioteca Facultății de Psihologie și Științe ale Educației din Cluj-Napoca, Biblioteca Centrală Universitară „Lucian Blaga”, Str. Clinicilor nr. 2, unde poate fi consultat.

Eventualele dumneavoastră observații sau aprecieri vă rugăm să le trimiteți pe adresa Catedrei de Psihologie, Str. Republicii nr. 37, în timp util și în două exemplare.

Susținerea publică a tezei va avea loc în data de 18.02.2011, la ora 12, la sediul Facultății de Psihologie și Științe ale Educației, str. Sindicatelor nr. 7 (etaj II, sala 19), Cluj-Napoca.

Coordonator științific
Prof. univ. dr. Mircea Miclea

Cuprins:

INTRODUCERE	4
TEHNOLOGII INSTRUCȚIONALE – FUNDAMENTARE TEORETICĂ	10
1.1 Clarificări conceptuale.....	10
1.2 Tehnologiile instrucționale din perspectivă istorică.....	18
1.3 Paradigme ale învățării cu impact asupra tehnologiilor instrucționale	17
1.3.1. Behaviorismul.....	18
1.3.2. Cognitivismul	20
1.3.3. Constructivismul.....	22
1.4 Teoria încărcării cognitive (cognitive load theory; CLT).....	25
1.4.1. Asumpțiile fundamentale ale teoriei încărcării cognitive	28
1.4.2 Măsurarea încărcării cognitive	47
1.4.3 Limite ale teoriei încărcării cognitive	49
TEHNOLOGIILE INSTRUCȚIONALE ADAPTIVE	53
2.1. Clarificări conceptuale.....	53
2.2. Dimensiuni istorice.....	54
2.3. Abordări ale instruirii adaptive	54
2.3.1. Adaptarea instruirii la nivel macro	56
2.3.2. Interacțiunea aptitudini-intervenții instrucționale (ATI).....	57
2.3.2.1. Modelul în opt pași (an eight-step model) pentru proiectarea unui program computerizat bazat pe abordarea interacțiunii aptitudini-intervenții instrucționale.....	57
2.3.2.2. Limite ale abordării interacțiunii aptitudini-intervenții instrucționale	59
2.3.3. Adaptarea instruirii la nivel micro	61
2.3.3.1. Instruirea programată.....	62
2.3.3.2. Sistemele inteligente de tutorat (Intelligent Tutoring Systems).....	63
2.3.3.3. Modele ale adaptării instruirii la nivel micro	64
2.3.3.4. Aplicarea abordării ATI în adaptarea instruirii la nivel micro	67
CONTROLUL UTILIZATORILOR ASUPRA INSTRUIRII	70
3.1. Clarificări conceptuale.....	70
3.2. Instruirea controlată de utilizatori – considerente teoretice	72
3.3. Eficacitatea instruirii controlată de utilizatori – dovezi experimentale	75
3.3.1 Performanța obținut	76
3.3.2. Timpul petrecut în sarcini	78
3.3.3. Atitudini și emoții față de învățare	80
3.4. Factori care influențează eficacitatea instruirii controlată de utilizatori	82
3.4.1. Factori raționali-cognitivi de mediere a eficacității instruirii controlată de utilizatori.....	83
3.4.1.1. Cunoștințele anterioare ale utilizatorilor	84
3.4.1.2. Strategiile de învățare și abilitățile utilizatorilor.....	86
3.4.2. Factori emoționali-motivaționali de mediere a eficacității instruirii controlată de utilizatori.....	88
PERSONALIZAREA INSTRUIRII PRIN SELECTAREA DINAMICĂ A SARCINILOR LA NIVELUL DE EXPERTIZĂ AL SUBIECȚILOR.....	92
4.1 Studiul 1: Contribuție metodologică	92
4.1.1 Un model al personalizării instruirii cu ajutorul computerului	95
4.1.2 Dezvoltarea unui mediu educațional personalizat pentru învățarea geneticii	103
4.1.3 Discuții și concluzii	112

4.2 Evaluarea formativă a mediului educațional computerizat pentru învățarea geneticii	114
EFECTELE TIPULUI DE CONTROL INTRUCȚIONAL INTERN VS. CONTROL INTRUCȚIONAL EXTERN (ADAPTIV ȘI NONADAPTIV) ASUPRA EFICACITĂȚII ȘI EFICIENȚEI ÎNVĂȚĂRII UNOR SUBIECȚI CU NIVELURI DIFERITE DE EXPERTIZĂ	127
5.1 Studiul 1	127
5.1.1 Scop și ipoteze.....	127
5.1.2 Metodă	128
5.1.3 Rezultate.....	132
5.1.4 Discuții	143
5.2 Studiul 2	148
5.2.1 Scop și ipoteze.....	148
5.2.2 Metodă	154
5.2.3 Rezultate.....	155
5.2.4 Discuții	164
INVESTIGAREA DIFERENȚELOR DATORATE NIVELULUI DE EXPERTIZĂ ÎN PROCESUL DE SELECȚIE A SARCINILOR	173
6.1 Scop și ipoteze.....	183
6.2 Metodă	186
6.3 Rezultate	198
6.4 Discuții.....	208
EFECTELE TIPULUI DE CONTROL INTRUCȚIONAL INTERN VS. CONTROL INTRUCȚIONAL EXTERN (ADAPTIV ȘI NONADAPTIV) ASUPRA MOTIVAȚIEI UNOR SUBIECȚI CU NIVELURI DIFERITE DE EXPERTIZĂ	216
7.1 Studiul 1	216
7.1.1 Scop și ipoteze.....	230
7.1.2 Metodă	231
7.1.3 Rezultate	236
7.2 Studiul 2	245
7.2.1 Scop și ipoteze.....	245
7.2.2 Metodă	246
7.2.3 Rezultate.....	247
7.2.4 Discuții	253
INVESTIGAREA DIFERENȚELOR INDIVIDUALE ÎN MODUL DE PERCEPERE A MEDIULUI EDUCAȚIONAL COMPUTERIZAT (A PATTERNURILOR DE ÎNVĂȚARE AUTOREGLATĂ) – STUDIU CALITATIV	260
8.1 Scop și ipoteze.....	273
8.2 Metodă	275
8.3 Rezultate	289
8.4 Discuții.....	306
CONCLUZII FINALE	315
BIBLIOGRAFIE.....	339

Cuvinte cheie: încărcare cognitivă, instruire adaptivă, instruire controlată de utilizatori, eficiența învățării, înregistrarea mișcărilor oculare, protocolul gândirii cu voce tare, raportare verbală retrospectivă bazată pe amorse.

INTRODUCERE

Odată cu dezvoltarea calculatoarelor personale (PC-urilor) la mijlocul anilor '70 și cu apariția Internetului (în anul 1989), s-a înregistrat o explozie tehnologică fără precedent, cu implicații majore asupra tuturor domeniilor activității umane.

Dezvoltarea rapidă a tehnologiei a pus presiuni și asupra domeniului educațional din perspectiva a cel puțin două cerințe esențiale. În primul rând, este nevoie, mai mult ca niciodată, ca sistemul de învățământ să îi „doteze” pe subiecți cu abilități și cunoștințe necesare pentru a face față schimbărilor rapide care au loc în toate domeniile activității umane. În al doilea rând, sursele de informare trebuie să fie ușor de accesat, creat, modificat și să fie disponibile *oricând* și *oriunde* doresc subiecții.

În încercarea de a răspunde acestor solicitări, cercetarea din domeniul designului instrucțional a propus două „abordări”: (a) utilizarea unor sarcini de învățare reale (autentice), cu o complexitate sporită care să îi ajute pe subiecți să achiziționeze abilități transferabile (Corbalan, Kester, & Van Merriënboer, 2006) și (b) sporirea flexibilității programelor instrucționale (mai ales a celor computerizate), astfel încât să corespundă unor deziderate precum *învățare la momentul oportun* (just-in-time learning) și *instruire relevantă pentru nevoile personale ale indivizilor* (education-on-demand).

Într-un program educațional flexibil, nu toți subiecții beneficiază de aceleași intervenții instrucționale, ci fiecare dintre aceștia urmează propriile secvențe de învățare, dinamic adaptate la nevoile, progresul și preferințele personale (education-on-demand). În plus, subiecților trebuie să li se ofere posibilitatea de a beneficia de instruire când și unde anume doresc (just-in-time learning). Această „abordare” presupune de fapt *personalizarea instruirii*, care poate fi realizată fie de *program* (de ex., aplicația e-learning evaluează progresul subiecților și selectează sarcini de învățare adecvate ca nivel de dificultate și suport), fie de *utilizatori* (subiecții își monitorizează progresul și selectează sarcinile de învățare potrivite). În ultimul caz vorbim de *instruire controlată de utilizatori*.

Ambele „abordări” se regăsesc în această lucrare, întrucât sarcinile de învățare utilizate în programul computerizat dezvoltat de noi se caracterizează nu numai prin „realism”, având și o aplicabilitate practică, ci și prin complexitate. În plus, prezentarea sarcinilor de învățare (în instruirea personalizată cu ajutorul computerului) a fost „operaționalizată” ca o entitate dinamică, în sensul în care sarcinile au fost adaptate în permanență la nivelul de expertiză al utilizatorilor.

Scopul lucrării de față a fost acela de investiga în ce măsură personalizarea instruirii, realizată fie de un program computerizat, fie de utilizatori, optimizează procesul de învățare, sporește performanța obținută la teste și stimulează motivația subiecților, având ca „reper” instruirea fixă, controlată de program (cu secvențe prestabilite de învățare).

Analiza întreprinsă de noi a căutat să răspundă în principal la două întrebări: (1) *care tip de control instrucțional (controlul programului, adaptiv vs. nonadaptiv, asupra instruirii sau controlul utilizatorilor asupra instruirii) este mai benefic în termeni de performanță obținută, timp petrecut în sarcini, eficiență în învățare (performanța combinată cu efortul mental investit și cu timpul petrecut în sarcini) și motivație?* și (2) *în ce măsură cunoștințele anterioare ale utilizatorilor „mediază” aceste efecte sau influențează procesul de selecție al sarcinilor?*

Perspectiva teoretică care a ghidat demersul nostru este *teoria încărcării cognitive* (cognitive load theory; Sweller, 1988), subsumată paradigmei generale a *cognitivismului*. Necesitatea adaptării instruirii la constrângerile sistemului cognitiv al utilizatorilor reprezintă principala preocupare a acestei teorii, Sweller (1988) susținând că, întrucât un aspect definitoriu al arhitecturii cognitive umane îl reprezintă capacitatea limitată a memoriei de lucru a utilizatorilor, toate designurile instrucționale trebuie analizate din perspectiva teoriei încărcării cognitive.

Lucrarea este structurată pe nouă capitole, primele trei capitole sunt dedicate fundamentării teoretice, următoarele cinci capitole cuprind studiile empirice întreprinse, iar ultimul capitol prezintă concluziile finale ale lucrării.

În primul capitol, pe lângă clarificările conceptuale operate, sunt trecute în revistă principalele paradigme ale învățării care au avut (și încă au) impact asupra tehnologiilor instrucționale: *behaviorism*, *cognitivism* și *constructivism*. Un aspect relevant în acest sens îl reprezintă faptul că în domeniul designului instrucțional au avut loc schimbări majore atât la nivelul tehnologiilor instrucționale, cât și la nivelul paradigmatelor învățării care le fundamentează. De asemenea, capitolul întâi se axează și pe analiza *teoriei încărcării cognitive* (Sweller, 1988), accentuându-se contribuțiile acestei abordări pentru designul instrucțional, dar și limitele pe care aceasta le are.

Capitolul 2 este dedicat tehnologiilor instrucționale adaptive, cu accent pe abordările și modelele *adaptării la nivel macro*, *la nivel micro* și a *interacțiunii aptitudini-intervenții instrucționale*. Din perspectiva demersului empiric întreprins în această lucrare, cel mai valid model al adaptării la nivel micro este *modelul binivelar al instruirii adaptive* (a two-level model of adaptive instruction; Tennyson & Christensen, 1988) ce permite adaptarea continuă (up-datată) a instruirii la performanța (mereu în schimbare) a utilizatorilor.

În capitolul 3 sunt trecute în revistă operaționalizările instruirii controlată de utilizatori (control instrucțional intern), paradigmele de cercetare utilizate în acest domeniu și factorii de influență (de mediere) a eficacității acestui tip de control. Cercetările existente nu susțin ipoteza că instruirea controlată de utilizatori este mai eficace în toate condițiile (neconționat) decât instruirea controlată de program.

Capitolul 4 prezintă modelul „hibrid” al adaptării instruirii propus de noi și care integrează asumțiile modelului binivelar al instruirii adaptive și ale modelului designului instrucțional cu patru componente (4C/ID; Van Merriënboer, 1997), respectiv cele ale teoriei încărcării cognitive (Sweller, 1988). Pe baza acestui model a fost dezvoltat un program educațional personalizat cu ajutorul computerului pentru învățarea geneticii care permite selectarea dinamică a sarcinilor pe baza performanței obținute și a efortului mental investit de utilizatori. De asemenea, în acest capitol sunt prezentate și rezultatele evaluării formative al cărei scop a fost acela de a testa funcționalitatea, usabilitatea, dar și eficiența mediului educațional computerizat dezvoltat în atingerea obiectivelor de învățare propuse.

Capitolul 5 cuprinde două studii ce investighează efectele pe care diferite tipuri de control instrucțional le au asupra eficacității și eficienței în învățarea geneticii de către utilizatori cu o bază scăzută de cunoștințe anterioare (liceeni) vs. utilizatori cu o bază sporită de cunoștințe anterioare (studenți anul I și II). Mai exact, primul studiu compară în termeni de performanță și eficiență a învățării următoarele tipuri de control instrucțional: instruire fixă, controlată de programul computerizat, instruire controlată total de utilizatori, instruire controlată parțial de utilizatori și instruire personalizată cu ajutorul programului. Al doilea studiu reprezintă o replicare a studiului anterior în scopul verificării predicțiilor referitoare la influența tipului de control instrucțional asupra eficacității și eficienței în învățare odată cu creșterea nivelului de expertiză al utilizatorilor (inclusiv în studiu a unor doctoranzi).

În capitolul 6, focalizarea a fost pe procesul de selecție a sarcinilor de învățare și pe aspectele procesate de utilizatori în acest caz (informații relevante vs. informații irelevante). Mai specific, studiul a vizat investigarea diferențelor dintre utilizatorii cu nivel sporit de cunoștințe și cei cu nivel scăzut de cunoștințe anterioare în domeniul geneticii în ceea ce privește modul de procesare a informației relevante (trăsături structurale) și a celei irelevante (trăsături de suprafață) în selecția unor sarcini de învățare. În acest scop, s-a recurs la combinarea mai multor tehnici de investigare a proceselor cognitive, respectiv înregistrarea mișcărilor oculare, protocolul gândirii cu voce tare și raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse (cued retrospective reporting).

Capitolul 7 cuprinde două studii al căror scop a fost examinarea influenței pe care tipul de control instrucțional o are asupra motivației unor utilizatori cu niveluri diferite de expertiză, dar și a relației dintre motivația acestora și performanța obținută, efortul mental investit, respectiv timpul petrecut în sarcini.

În încercarea de surprinde mecanismele ce explică apariția unor „decalaje” individuale semnificative în termeni de performanță obținută cu ajutorul programului computerizat dezvoltat, în capitolul 8 am întreprins o analiză calitativă. Această analiză a avut ca scop identificarea dificultăților pe care utilizatorii le-au întâmpinat în interacțiunea cu mediul educațional computerizat și a modului în care aceste dificultăți s-au reflectat la nivelul strategiilor cognitive și metacognitive utilizate în procesul de învățare (a patternurilor de învățare autoreglată).

În capitolul 9, dedicat concluziilor finale, se prezintă o imagine de ansamblu asupra rezultatelor din studiile empirice realizate în lucrarea de față, iar implicațiile acestora sunt discutate din perspectiva designului instrucțional și a aplicațiilor educaționale.

Capitolul 1

TEHNOLOGII INSTRUCȚIONALE – FUNDAMENTARE TEORETICĂ

1.1 Clarificări conceptuale

Chiar dacă pentru persoanele care nu au expertiză în domeniul educațional, termenul *tehnologie instrucțională* s-ar putea să aibă doar un sens „tehnic” (componente hardware, etc.), tehnologia instrucțională înseamnă mai mult decât acele materiale sau echipamente care sunt utilizate în procesul de învățare. Acestea reprezintă simple produse ale învățării, în timp ce tehnologia instrucțională se constituie într-un *domeniu aplicativ* și, ca atare, implică un *proces*, adesea numit și *design instrucțional* (Lockee, Larson, Burton, & Moore, 2008).

Termenii *tehnologie educațională*, *design instrucțional* și *tehnologie instrucțională* sunt folosiți intersanjabil în literatura de specialitate (Lockee et al., 2008), variantă pentru care optăm și în lucrarea de față. Unii autori (de ex., Kim, Lee, Merrill, Spector, & Van Merriënboer, 2008) au afirmat că, deși acești termeni sunt folosiți intersanjabil, au sensuri oarecum diferite. În timp ce conceptul de *tehnologie educațională* are un sens mai general, incluzând toate tehnologiile care sprijină orice tip de învățare în orice context, termenul *tehnologie instrucțională* are un sens mai restrâns și cuprinde doar tehnologiile dezvoltate pentru obținerea unor rezultate specifice și planificate dinainte. Una dintre cele mai reprezentative definiții ale *tehnologiei instrucționale* este cea elaborată de Association for Educational Communications and Technology (AECT - 1994), conform căreia tehnologia instrucțională reprezintă „teoria și practica proiectării, dezvoltării, utilizării, managementului și evaluării proceselor și metodelor de învățare” (Seels & Richey, 1994).

Designul instrucțional reprezintă disciplina consacrată studiului acestor tehnologii, mai specific, a proiectării și utilizării lor pentru a susține predarea și învățarea. Reigeluth (1983) considera *designul instrucțional* o “știință de legătură” între teoria învățării și practica educațională, având ca scop principal prescrierea unor acțiuni instructive necesare a fi întreprinse pentru a se obține performanța dorită.

Domeniul de cercetare al designului instrucțional, după Kim et al. (2008), este reprezentat de trei activități distincte: (1) dezvoltarea de unelte și artefacte care au ca scop învățarea; (2) demonstrarea utilității și eficacității acestor unelte în proiectarea unor medii educaționale computerizate și (3) evaluarea impactului pe care utilizarea acestor unelte îl are asupra învățării.

1.2 Tehnologiile instrucționale din perspectivă istorică

Contrar credinței generale că cercetarea, dezvoltarea și evaluarea tehnologiei instrucționale a debutat odată cu introducerea PC-urilor în anul 1970, aceasta a avut loc mult mai devreme. Încă din primele decenii ale secolului al XX-lea, tehnologia instrucțională s-a constituit ca un domeniu de cercetare distinct. Primele cercetări din domeniu au fost legate de învățarea cu ajutorul mijloacelor vizuale, iar ulterior cu ajutorul mijloacelor audio-vizuale (de ex., instruirea cu ajutorul radioului). Odată cu dezvoltarea radioului în anii '30 și a televizorului în anii '50, aceste mijloace mass-media au fost larg acceptate ca metode de informare atât în școli, cât și în afara lor.

În anii '60, interesul manifestat față de „mașinile de predat” (teaching machine) ce susțineau instruirea programată (perspectiva behavioristă) a „invadat” domeniul. Astfel, domeniul de cercetare al tehnologiei instrucționale se extinde de la tehnologiile audio-vizuale la toate tipurile de tehnologii instrucționale, inclusiv cele „psihologice” (de ex., tehnologii behavioriste precum instruirea programată). În anii '80, centrul de greutate se modifică iar, de data aceasta fiind rezervat designului unor sisteme computerizate ce presupun aplicarea inteligență a metodelor instrucționale, schimbare vitalizată de noile „descoperiri” din cadrul perspectivei cognitiviste și a celei constructiviste.

Ca urmare a faptului că în anii '90 computerele au „pătruns” în toate domeniile de activitate, acestea au devenit sistemele preferate de furnizare a informațiilor/instruirii. După rapidă răspândire globală a Internetului (anul 1995), rețelele de calculatoare au început să aibă pe lângă funcția de stocare și procesare a informațiilor și o funcție de comunicare a informațiilor. În secolul al XXI-lea, tehnologia instrucțională s-a focalizat în special pe educația la distanță (distance education), având misiunea de a ajuta indivizii să învețe mai repede și mai eficiente, într-o manieră puțin costisitoare.

1.3 Paradigme ale învățării cu impact asupra tehnologiilor instrucționale

Învățarea și teoriile instrucționale au la bază asumptii filosofice referitoare la ce înseamnă *a ști* sau *a învăța* și care sunt implicite designului instrucțional (Duffy & Jonassen, 1992). De-a lungul timpului, designul instrucțional a fost caracterizat de schimbări radicale atât la nivelul tehnologiei, cât și la nivelul paradigmatelor care îl fundamentează. Paradigmele care au constituit „cadre de referință” pentru proiectarea tehnologiilor instrucționale sunt *behaviorismul*, *cognitivismul* și *constructivismul*.

1.3.1. Behaviorismul

Behaviorismul a apărut în prima jumătate a secolului al XX-lea și se bazează pe o abordare de tip asociaționist. Din perspectivă ontologică, această paradigmă are la bază o filosofie *obiectivistă*: lumea e reală și există în afara individului (Duffy & Jonassen, 1992). Conform paradigmei behavioriste, pentru a apărea cunoașterea, indivizii trebuie să realizeze o serie de comportamente specifice în prezența unor stimuli specifici (Schuh & Barab, 2008).

Instruirea programată reprezintă un exemplu de design instrucțional care facilitează învățarea prin utilizarea întăririlor și a feedback-ului. În cazul instruirii programate, conținutul instrucțional este prestabilit (conform filosofiei obiectiviste), prezentându-se utilizatorilor un plan a ceea ce trebuie învățat. „Mașinile de predat” și instruirea asistată de computer, „descendenții” instruirii programate, reprezintă tehnologii instrucționale care au la bază întărirea relațiilor dintre stimuli și răspuns. Aspectul esențial al acestor tehnologii instrucționale este reprezentat de „organizarea conținutului astfel încât utilizatorii să poată oferi răspunsuri corecte și să beneficieze de întăriri când oferă aceste răspunsuri corecte” (Saettler, 1995).

1.3.2. Cognitivismul

Cognitivismul a debutat ca „o revoluția cognitivă” în anii ‘50, accentuând necesitatea focalizării asupra minții umane. Paradigma cognitivă se focalizează pe minte, mintea fiind văzută ca un sistem de procesare a informației (metafora „minte ca un computer”), scopul fiind acela de a înțelege modul de organizare, encodare și reactualizare a cunoștințelor.

Chiar dacă achiziționarea unor cunoștințe „gvernează” perspectiva cognitivă, asemănător celei behavioriste, *epistemologia raționalistă* (perspectivă epistemologică ce consideră că raționamentul este principala modalitate de achiziționare a cunoștințelor) este cea care face deosebirea între behaviorism și cognitivism (Schuh & Barab, 2008). „Domeniul de studiu” al cognitivismului rămâne individul, la fel ca în paradigma behavioristă, doar că nu mai este analizat comportamentul, ci structurile și reprezentările mentale ale acestuia.

Dintre *teoriile designului instrucțional* care s-au impus în cadrul paradigmei cognitive, menționăm *teoria învățării cumulative-ierarhice* elaborată de Gagné (1985). Gagné (1985) a postulat că în procesul de învățare, subiecții „apelează” la o serie de capacități, organizate și ierarhizate de la simplu la complex, de la particular și specific la general. Autorul a identificat *cinci tipuri de capacități* pe care subiecții le învață și care permit obținerea unor performanțe specifice: (1) deprinderi intelectuale; (2) informații verbale; (3) strategii cognitive; (4) deprinderi motrice și (5) atitudini.

1.3.3. Constructivismul

Constructivismul a apărut în anul 1990 ca un cadru paradigmatic „alternativ” perspectivei cognitive. Paradigma aceasta postulează existența unei lumi reale pe care noi o experimentăm (Duffy & Jonassen, 1992), deci baza ontologică ar părea să fie obiectivistă, însă, întrucât se postulează că această lume nu poate fi cunoscută în mod direct (Derry, 1996; Von Glasersfeld, 1995) la fel de „valabilă” este și ontologia realistă. Astfel spus, la fel ca obiectivismul, constructivismul consideră că există o lume reală pe care o experimentăm, doar că sensul este impus în lume de noi, nu există independent de noi (Duffy & Jonassen, 1992; Schuh & Barab, 2008). „Domeniul de studiu” al constructivismului rămâne individul ca și în cazul cognitivismului, dar focalizarea este pe reorganizarea conceptuală a bazei de cunoștințe, nu pe structurile existente ale bazei de cunoștințe.

În ciuda criticilor primite (vezi Driscoll, 2005), constructivismul a avut un „ecou” puternic în domeniul *designului instrucțional*. Din perspectiva acestei paradigme, strategiile instructionale trebuie să respecte următoarele principii generale (Driscoll, 2005): (1) procesul de învățare să aibă loc în cadrul unor medii complexe și realiste (de ex., microlumi); (2) să fie promovate mediile de învățare colaborative (de ex., forumuri de discuții); (3) sprijinirea perspectivelor multiple asupra problemelor; (4) încurajarea perfecționării prin învățare; (5) susținerea procesului de construire a cunoștințelor.

Fără o fundamentare științifică solidă și o aplicarea sistematică a paradigmei învățării în proiectarea și dezvoltarea unor programe computerizate, este foarte probabil ca acestea să nu contribuie semnificativ la îmbunătățirea performanței (Spector, 2008).

1.4 Teoria încărcării cognitive (cognitive load theory; CLT)

Necesitatea adaptării instruirii la constrângerile sistemului cognitiv al utilizatorilor a reprezentat principala preocupare a *teoriei încărcării cognitive* (cognitive load theory) elaborată de Sweller și colaboratorii (Sweller, 1988; Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998). Această teorie a „făcut carieră” în psihologia educațională începând cu anii ‘80, actualmente fiind una dintre cele mai influente teorii din domeniul designului instrucțional. Studiile consacrate teoriei încărcării cognitive au permis acumularea unor date empirice care susțin asumția că fără respectarea limitărilor sistemului cognitiv uman, eficacitatea designului instrucțional este absolut întâmplătoare (Sweller et al., 1998). Altfel spus, designul materialelor instructionale trebuie „aliniat” cu resursele limitate de procesare a subiecților,

pentru a preveni încărcarea cognitivă și a îmbunătăți procesul de învățare (Paas & Van Merriënboer, 1994).

1.4.1. Asumpțiile fundamentale ale teoriei încărcării cognitive

Asumpțiile fundamentale ale teoriei încărcării cognitive pot fi grupate în două categorii: (a) *asumpții generale* și (b) *asumpții specifice* (vezi Gerjets, Scheiter, & Cierniak, 2009).

(a) *La nivel general*, teoria încărcării cognitive se bazează pe asumpțiile referitoare la *arhitectura cognitivă umană* care susțin distincția dintre o memorie de lucru limitată și o memorie de lungă durată nelimitată (vezi modelele memoriei lui Atkinson și Shiffrin, 1968; Baddeley, 1999). Din această perspectivă, asumția fundamentală a teoriei încărcării cognitive este aceea că procesarea materialelor instrucționale produce o încărcare cognitivă ce limitează memoria de lucru a subiecților și, în consecință, afectează negativ învățarea.

(b) *La nivel specific*, asumpțiile teoriei încărcării cognitive se referă la diferențele existente între cele trei tipuri de încărcare cognitivă posibile: *încărcare cognitivă extrinsecă*, *încărcare cognitivă intrinsecă* și *încărcare cognitivă relevantă pentru învățare* (Sweller et al., 1998).

Încărcarea cognitivă se referă la resursele mentale investite de subiecți pentru a învăța un material instrucțional (Sweller & Chandler, 1994) sau a rezolva o sarcină specifică (Sweller et al., 1998).

1. *Încărcarea cognitivă extrinsecă*

Versiunile timpurii ale teoriei încărcării cognitive s-au focalizat doar pe încărcarea cognitivă extrinsecă (Chandler & Sweller, 1991). Acest tip de încărcare cognitivă este determinat de modul de prezentare a informației, respectiv de designurile instrucționale inadecvate (Sweller, 2005, Sweller et al., 1998). Un design instrucțional deficitar cauzează o încărcare cognitivă ineficace datorită faptului că impune implicarea unor procese pentru depășirea problemelor cauzate de design (de ex., rezolvarea unor probleme a căror soluție nu este oferită). Aceste procese sunt irelevante pentru învățare, întrucât nu sunt orientate pe achiziționarea și automatizarea schemelor cognitive (Sweller & Chandler, 1994; Sweller 2005). Teoria încărcării cognitive postulează că încărcarea extrinsecă interferează cu învățarea și, prin urmare, trebuie redusă cât mai mult posibil (Sweller et al., 1998).

2. *Încărcarea cognitivă intrinsecă*

În anul 1993, în cadrul teoriei încărcării cognitive a fost „introdusă” și încărcarea cognitivă intrinsecă impusă de caracteristicile imanente ale informației, mai exact de complexitatea acesteia (Sweller, 1993). Sintagma *interactivitatea elementelor* a fost utilizată pentru a „operaționaliza” nivelul de complexitate al informațiilor. Sweller și Chandler (1994) au definit interactivitatea elementelor ca reprezentând numărul de elemente cognitive pe care subiecții trebuie să îl proceseze simultan în memoria lor de lucru. Când materialele instrucționale sunt caracterizate de o interactivitate sporită a elementelor, subiecții sunt „obligați” să rețină în memoria de lucru nu doar informațiile referitoare la elementele respective, ci și informațiile privind legăturile existente între acestea (Ayres, 2006; Gerjets et al., 2009). Pentru determinarea nivelului de complexitate al informațiilor trebuie luată în considerare și baza de cunoștințe anterioare a subiecților (Sweller et al., 1998; Sweller, 2005).

3. *Încărcarea cognitivă relevantă pentru învățare*

În anul 1998, Sweller și colaboratorii au „extins” teoria încărcării cognitive cu încă un tip de încărcare cognitivă, respectiv încărcarea relevantă pentru învățare. Acest tip de încărcare rezidă în procese cognitive elaborative care depășesc simpla activare și memorare a informației, fiind relevante pentru achiziționarea și automatizarea schemelor. Conform teoriei încărcării cognitive, încărcarea relevantă pentru învățare trebuie sporită cât de mult se poate.

Tabelul 1 sintetizează caracteristicile celor trei tipuri de încărcare cognitivă.

Tabelul 1. *Tipurile de încărcare cognitivă și caracteristicile acestora*

Tipuri de încărcare cognitivă	Sursa încărcării	Procesele cognitive	Efecte asupra învățării
Încărcare cognitivă intrinsecă	Complexitatea materialului (interactivitatea elementelor)	Necesară pentru a menține active elementele interactive ale informației în memoria de lucru a utilizatorilor.	Dăunătoare în sensul în care o încărcare cognitivă intrinsecă prea mare poate cauza încărcare cognitivă.
Încărcare cognitivă extrinsecă	Design instrucțional deficitar	Irelevantă pentru achiziționarea și automatizarea schemelor; include procese al căror scop este depășirea problemelor cauzate de un design instrucțional deficitar.	Dăunătoare, ineficace
Încărcare cognitivă relevantă pentru învățare	Design instrucțional util	Relevantă pentru achiziționarea și automatizarea schemelor; procese cognitive superioare relaționate cu o procesare de adâncime.	Benefică, eficace

Teoria încărcării cognitive postulează că cele trei tipuri de încărcare cognitivă sunt aditive (Sweller et al., 1998).

Din perspectiva teoriei încărcării cognitive, principalele mecanisme ale învățării sunt *achiziționarea și automatizarea schemelor* (Sweller & Chandler, 1991; Sweller et al., 1998). Pentru ca învățarea să se producă, scopul principal al instruirii trebuie să fie reducerea încărcării cognitive extrinseci, optimizarea încărcării cognitive intrinseci și sporirea încărcării cognitive relevantă pentru învățare (Gejerts & Scheiter, 2003; Van Merriënboer & Sweller, 2005).

Metodele instrucționale de reducere a încărcării cognitive extrinseci (numite și *efecte ale descreșterii încărcării cognitive extrinseci*) sunt sumarizate în Tabelul 2.

Tabelul 2. *Efecte asociate cu descreșterea încărcării cognitive extrinseci*

Efect	Descriere	Încărcare cognitivă extrinsecă
Efectul problemelor fără un scop specific	Înlocuiesc problemele convenționale cu problemele fără un scop specific (lipsa scopului specific)	Reduce încărcarea cognitivă extrinsecă cauzată de „relaționarea” stării inițiale a problemei cu starea-scop și de încercările de a reduce diferențele dintre cele două stări; focalizarea atenției utilizatorilor pe stările intermediare ale problemei și pe operațiile care fac posibilă atingerea scopului.
Efectul exemplelor rezolvate	Înlocuiesc problemele convenționale cu exemple rezolvate care trebuie studiate cu atenție	Reduce încărcarea cognitivă extrinsecă cauzată de metode ineficente de rezolvare a problemelor; focalizarea atenției utilizatorilor pe stările intermediare ale problemei și pe pașii necesari aflării soluției finale.
Efectul problemelor incomplete	Înlocuiesc problemele convenționale cu probleme incomplete care furnizează o	Reduce încărcarea cognitivă extrinsecă întrucât oferirea unei „părți” de soluție micșorează spațiul

	soluție parțială ce trebuie completată de subiecți.	problemei; focalizarea atenției pe stările intermediare ale problemei și pe pașii necesari aflării soluției finale.
Efectul distribuirii atenției	Înlocuiesc sursele multiple de informare (imagini plus text relaționat) cu o sursă integrată de informare.	Reduce încărcarea cognitivă extrinsecă, întrucât în acest caz nu este necesară integrarea mentală a surselor de informare.
Efectul modalității	Înlocuiesc un text explicativ scris și o reprezentare vizuală (de ex., o diagramă) cu un text explicativ vorbit și o reprezentare vizuală.	Reduce încărcarea cognitivă extrinsecă, întrucât prezentarea multimodală utilizează ambele canale de procesare a informației, vizual și auditiv, din memoria de lucru.
Efectul redundanței	Înlocuiesc sursele multiple de informare ce pot fi înțelese independent cu o singură sursă de informare.	Reduce încărcarea cognitivă extrinsecă cauzată de procesarea informației redundante.

Dacă metodele de reducere a încărcării cognitive extrinseci sunt bine “documentate” (Sweller, 1999; Sweller et al., 1998), *strategiile de optimizare a încărcării cognitive intrinseci și cele de sporire a încărcării relevante pentru învățare* au intrat în atenția cercetătorilor din domeniul designului instrucțional doar în ultimii ani (Ayres, 2006).

O metodă de optimizare a încărcării cognitive intrinseci constă în *prezentarea secvențială a informației (de la simplu la complex)*. Prezentarea materialului instrucțional de la simplu la complex este mai eficientă decât prezentarea de la început a materialului în toată complexitatea lui, mai ales în cazul novicilor care nu dispun de suficiente scheme cognitive pentru a gestiona sarcini caracterizate printr-un nivel ridicat de interactivitate a elementelor (Van Merriënboer & Sweller, 2005). O altă metodă de optimizare a încărcării cognitive intrinseci este reprezentată de *adaptarea materialului instrucțional la nivelul de expertiză al utilizatorilor*. Din perspectiva teoriei încărcării cognitive, adaptarea materialului instrucțional la nivelul de expertiză al utilizatorilor presupune *oferirea unui suport/ghidaj instrucțional adecvat, a unor sarcini potrivite ca nivel de dificultate, precum și înlăturarea informației redundante* (Kalyuga et al., 2003; vezi și Schnotz & Kürschner, 2007). Mai multe studii au indicat că efectele postulate de teoria încărcării cognitive (de ex., efectul exemplelor rezolvate), utilizate ca fundament pentru recomandările făcute designului instrucțional, și-au dovedit aplicabilitatea doar în cazul novicilor, nu și a experților, fenomen cunoscut sub numele de *efectul inversat al expertizei* (the expertise reversal effect; Kalyuga et al., 2003; Van Merriënboer & Sweller, 2005). Astfel, dacă novicii beneficiază de pe urma furnizării unui suport/ghidaj instrucțional sporit (de ex., exemple rezolvate), întrucât în acest fel este redusă încărcarea cognitivă (Kalyuga, Chandler, & Sweller, 2001), acest suport devine redundant pentru experți și solicită resurse mentale adiționale (o încărcare cognitivă sporită), deoarece „schemele” furnizate de un astfel de suport se suprapun peste schemele cognitive pe care experții le posedă (Kalyuga et al., 2003).

În ceea ce privește *metodele instrucționale ce sporesc încărcarea cognitivă relevantă pentru învățare*, în literatura de specialitate sunt menționate două astfel de metode: *sporirea variabilității sarcinilor de învățare și stimularea utilizatorilor să își autoexplice materialele instrucționale* (Paas & Van Merriënboer, 1994b; Van Merriënboer & Sweller, 2005). Designurile instrucționale caracterizate printr-o *variabilitate sporită* sunt acelea care permit exersarea sarcinilor de învățare în condiții diferite sau care prezintă diferite variante ale unor sarcini. Varierea „dimensiunilor” specifice sarcinilor de învățare poate viza: (a) modalitatea

în care sarcinile sunt prezentate, (b) accentuarea (saliency) caracteristicilor definitorii ale sarcinilor, (c) contextul în care sarcinile trebuie rezolvate și (d) gradul de familiaritate al sarcinii (Sweller et al., 1998; Van Merriënboer & Sweller, 2005). Sweller et al. (1998) au postulat că variabilitatea sarcinilor de învățare stimulează utilizatorii să achiziționeze scheme cognitive, întrucât crește probabilitatea ca aceștia să identifice trăsăturile similare ale problemelor prezentate și să distingă informațiile relevante de cele irelevante.

Autoexplicațiile s-au dovedit a fi eficiente pentru învățare, întrucât permit utilizatorilor să prelucreze materialul instrucțional în mod activ și în același timp să monitorizeze nivelul de înțelegere la care au ajuns (Roy & Chi, 2005). Deoarece numeroase studii au indicat faptul că autoexplicațiile sunt arareori generate în mod spontan de utilizatori în timpul studierii exemplarelor rezolvate (Roy & Chi, 2005), unii cercetători au sugerat utilizarea în designurile instrucționale a unor *exemple rezolvate incomplete (lacunare)* care să faciliteze generarea de autoexplicații (Chi, Bassok, Lewis, Reimann, & Glaser 1989).

1.4.2 Măsurarea încărcării cognitive

Mai multe studii au indicat că efortul mental investit de utilizatori constituie „esența” încărcării cognitive și, prin urmare, efortul mental este adesea considerat un indicator fidel al încărcării cognitive (Paas, 1992; Paas et al., 2003).

Metodele de evaluare a încărcării cognitive (în mod particular a efortului mental investit) se împart în trei categorii (Paas et al., 2003; vezi și Schnotz & Kürschner, 2007):

1. *Metodele fiziologice* – utilizarea acestor metode are la bază asumția că schimbările apărute în funcționarea cognitivă sunt reflectate de modificările de la nivel fiziologic (de ex., variații ale ritmului cardiac, potențiale electrice evocate de creier, dilatarea pupilei).

2. *Metodele subiective de evaluare a încărcării cognitive* - utilizarea acestor metode se bazează pe asumția că utilizatorii sunt capabili să-și „inspekteze” propriile procese cognitive și să raporteze dificultatea resimțită și efortul mental investit pentru rezolvarea unei sarcini (Sweller et al., 1998). Experiențierea dificultății sarcinilor și a efortul mental investit a fost cel mai adesea măsurată cu ajutorul unor scale subiective de evaluare (vezi Paas, 1992; Paas & Van Merriënboer, 1994a).

3. *Metodele de evaluare a performanței obținută* - utilizarea acestor metode este bazată pe asumția că deși capacitatea memoriei de lucru este limitată, subiecții își pot aloca în mod „flexibil” resursele mentale, astfel încât să facă față solicitărilor mai multor sarcini primite (Schnotz & Kürschner, 2007). Metoda de evaluare utilizată în acest caz se numește *metoda sarcinilor duale* (dual task methodology) și constă în *măsurarea performanței obținută de subiecți la sarcina primară* (sarcina principală), dar și cea obținută *la sarcina secundară* (vizează evaluarea performanței când o sarcină secundară este realizată concomitent cu sarcina principală). Scăderea performanței la cea de-a doua sarcină realizată este un indicator al încărcării cognitive impusă de sarcina principală (Brüncken, Plaas, & Leutner, 2003).

1.4.3 Limite ale teoriei încărcării cognitive

Teoria încărcării cognitive a fost, de-a lungul timpului, ținta mai multor critici referitoare la „acuratețea” conceptuală, dar și la problemele de ordin metodologic asociate (Gejerts et al., 2009; Goldman, 1991; Moreno, 2010). Principalele critici aduse în acest sens se referă la modul de măsurare a conceptelor fundamentale ale teoriei încărcării cognitive și la testarea asumpțiilor specifice (Schnotz & Kürschner, 2007).

Capitolul 2 TEHNOLOGIILE INTRUCȚIONALE ADAPTIVE

2.1. Clarificări conceptuale

În general, toate acele strategii și abordări instrucționale care permit satisfacerea nevoilor personale ale subiecților (de ex., achiziționarea unor cunoștințe și abilități necesare rezolvării sarcinilor primite), poartă numele de *instruire adaptivă* (Como & Snow, 1986). Așadar, instruirea este adaptivă dacă se „potrivește” cu nevoile de învățare și cu abilitățile individuale ale unor subiecți diferiți (Lee & Park, 2008).

Shute și Zapata-Rivera (2008) au precizat că *tehnologiile instrucționale adaptive* sunt cele care permit evaluarea caracteristicilor specifice utilizatorilor și modificarea/adaptarea materialului instrucțional, astfel încât învățarea să fie sprijinită și sporită. În opinia autorilor, scopul unui program computerizat adaptiv trebuie să fie acela de a crea un mediu educațional flexibil și bine fundamentat teoretic care să sprijine învățarea pentru utilizatori cu diferite abilități, interese, etc.

2.2. Dimensiuni istorice

Instruirea adaptivă are un „istoric” îndelungat, fiind implementată sub diferite forme ce variază de la instruirea realizată la nivel de clasă sau de grup până la instruirea bazată pe tehnologie. Dezvoltarea tehnologiei a permis proiectarea și implementarea unor sisteme instrucționale adaptive mai sofisticate și mai eficiente decât înainte (de ex., sisteme tutoriale), a căror caracteristică esențială este aceea că furnizează metode instrucționale ajustate la nevoile individuale ale utilizatorilor (Lee & Park, 2008).

2.3. Abordări ale instruirii adaptive

Încercările designerilor instrucționali de a proiecta programe computerizate adaptive au fost ghidate de o serie de abordări teoretice ce diferă între ele din perspectiva acelor aspecte ale instruirii care pot fi adaptate. În sinteza exhaustivă realizată de Park & Lee (2003) au fost amintite trei abordări ale instruirii adaptive: *adaptarea instruirii la nivel macro*, *interacțiunea aptitudini-intervenții instrucționale* și *adaptarea instruirii la nivel micro*.

De menționat că instruirea controlată de utilizatori este tot o formă de instruire adaptivă, însă aceasta va fi „explorată” în detaliu în capitolul 3. În plus, atragem atenția asupra faptului că *aplicarea teoriei încărcării cognitive pentru adaptarea instruirii* (aceasta reprezintă o altă abordare a instruirii adaptive) a „pătruns” abia recent în domeniul designului instrucțional. Deși câteva studii recente au început să exploreze beneficiile pe care aplicarea teoriei încărcării cognitive în instruirea adaptivă le are asupra învățării, acestea sunt extrem de puține (vezi cap. 4.1, Contribuție metodologică). De altfel, interesul pentru această abordare a constituit cadrul de start al demersului propus de noi în lucrarea de față.

2.3.1. Adaptarea instruirii la nivel macro

O primă abordare este reprezentată de *adaptarea instruirii la nivel macro*. Aceasta presupune oferirea posibilității de a selecta componentele esențiale ale instruirii, respectiv scopurile instrucționale (obiectivele-cadru), conținutul curricular și mijloacele didactice (Park & Lee, 2003). Majoritatea sistemelor educaționale adaptive, dezvoltate ca alternativă la instruirea tradițională utilizată în școală (o procedură standard pentru toți elevii), au avut la bază această abordare. În cadrul acestor sisteme adaptate la nivel macro, alternativele instrucționale au fost selectate în funcție de scopurile urmărite de subiecți, de competențele lor generale și de standardele curriculare de performanță.

2.3.2. Interacțiunea aptitudini-intervenții instrucționale (ATI)

Cea de-a doua abordare presupune adaptarea metodelor și strategiilor instrucționale la caracteristicile personale ale subiecților. Întrucât această abordare presupune atât identificarea acelor caracteristici ale subiecților care sunt relevante din perspectiva instruirii (de ex., aptitudinile acestora), cât și selectarea strategiilor instrucționale ce facilitează procesul de

învățare în cazul subiecților cu aptitudini specifice (anterior identificate), este cunoscută sub numele de *interacțiunea aptitudini-intervenții instrucționale* (Cronbach & Snow, 1977).

2.3.3. Adaptarea instruirii la nivel micro

A treia abordare, *adaptarea instruirii la nivel micro*, presupune diagnosticarea nevoilor de învățare specifice subiecților și furnizarea unor „prescripții” instrucționale pentru îndeplinirea acestor nevoi. Componentele esențiale ale instruirii adaptate la nivel micro sunt *diagnosticarea continuă a nevoilor de învățare* ale subiecților și *prescrierea unor intervenții instrucționale* conforme cu nevoile diagnosticate (vezi Holland, 1977; Rothen & Tennyson, 1978; apud Lee & Park, 2008).

Sistemele instrucționale adaptate la nivel micro, dezvoltate de-a lungul timpului, au variat de la *instruirea programată* până la mult mai recenta aplicare a inteligenței artificiale în proiectarea unor *sisteme inteligente de tutorat* (Intelligent Tutoring Systems; ITS). Sistemele inteligente de tutorat au trei componente principale (Lee & Park, 2008): (a) conținutul ce urmează a fi predat (*model/profil al domeniului*); (b) metodele de predare sau strategiile instrucționale utilizate (*model/profil al predării/tutoratului*) și (c) mecanismele care stau la baza înțelegerii a ceea ce știu sau nu știu subiecții (*model/profil al utilizatorilor*).

De-a lungul timpului au fost elaborate mai multe **modele ale adaptării instruirii la nivel micro**, cele mai semnificative fiind: *modelele matematice*, *modelul analizei de regresie multiplă*, *modelul probabilistic Bayesian* și *modelele structurale/algoritmice*. Modelul probabilistic Bayesian și modelul analizei de regresie multiplă presupun selectarea „cantității” de instruire necesară pentru ca un conținut să fie asimilat, utilizând atât informațiile obținute înaintea intervenției instrucționale/instruirii (de ex., baza de cunoștințe anterioare), cât și informațiile obținute în timpul instruirii (performanța obținută; Park & Tennyson, 1980, 1986; Ross & Morrison, 1986; Rothen & Tennyson, 1977). În ceea ce privește modelele matematice și structurale/algoritmice, acestea subliniază necesitatea adaptării secvențelor de instruire în funcție de structura/complexitatea conținutului vizat de sarcina de învățare, dar și de „istoricul” performanței obținută de subiecți (Scandura, 1983).

Integrând abordarea **interacțiunea aptitudini-intervenții instrucționale în modelele adaptării instruirii la nivel micro**, Tennyson și Christensen (1988) au elaborat un *model binivelar al instruirii adaptive*. În primul rând, acest model permite tutorelui computerizat să stabilească secvențele de instruire și modul de structurare a informației pe baza variabilelor „aptitudine” (de ex., aptitudini cognitive ale subiecților, etc.). În al doilea rând, modelul permite tutorelui computerizat să realizeze o adaptare continuă (în fiecare moment) a instruirii prin ajustarea strategiilor instrucționale la nivelul de expertiză (în continuă schimbare) al utilizatorilor. Cercetările au indicat că în fazele inițiale ale instruirii, variabilele „aptitudine” sunt mult mai utile în prescrierea intervențiilor instrucționale comparativ cu cele măsurate „online” (performanța obținută în timpul intervenției instrucționale; Lee & Park, 2008; Park & Lee, 2003), puterea diagnostică a măsurătorilor „online” sporind odată cu progresul utilizatorilor în rezolvarea sarcinilor.

Capitolul 3

CONTROLUL UTILIZATORILOR ASUPRA INSTRUIRII

3.1. Clarificări conceptuale

În general, *instruirea controlată de utilizatori*, independent de mijloacele de furnizare a acesteia, se referă la acele designuri instrucționale care permit subiecților să ia propriile decizii relativ la „cursul”, ritmul, cantitatea și secvențele de instruire (Williams, 1996). Spre deosebire de metodele tradiționale de instruire, instruirea bazată pe computer (computer-based instruction; CBI) are un „potențial” mai mare de a furniza subiecților conținuturi instrucționale individualizate (Williams, 1993).

Williams (1993) a relevat că operaționalizările instruirii controlată de utilizatori sunt diferite în funcție de paradigma de cercetare folosită. De exemplu, Steinberg (1984; apud Williams, 1993) a operaționalizat instruirea controlată de utilizatori prin următoarele variabile: *tipul de conținut și ordinea prezentării acestuia, cantitatea de exerciții și nivelul de dificultate al acestora, prezentarea unor materiale recapitulative sau suplimentare, opțiunea de a "sări" peste anumite întrebări*. Ca variabile "opționale", autorul a menționat: *cantitatea sau tipul de feedback furnizat, opțiunea de a încheia trainingul, modalitatea de prezentare a informației (sub formă verbală sau grafică) și opțiunea de a controla și în continuare instruirea*.

3.2. Instruirea controlată de utilizatori – considerente teoretice

În teoria sa, numită *Teoria Prezentării Componentelor Instrucționale* (Component Display Theory), Merrill (1983) a postulat că subiecților trebuie să le fie „conferit” un anumit control asupra instruirii pentru ca învățarea să fie eficace. Controlul asupra instruirii a fost „operaționalizat”, în această teorie, prin două variabile: *controlul asupra conținutului* (include selecția curriculumului, a lecției, a obiectivelor de învățare sau a unităților de conținut) și *controlul asupra strategiilor instrucționale* ce presupune controlul asupra modului de prezentare a informației (modalitățile diferite de prezentare a informației) și asupra modului de procesare a informației (sau strategii cognitive).

Teoriei Elaborării (Elaboration Theory) propusă de Reigeluth și Stein (1983) vizează nu doar domeniul cognitiv, ci și strategiile de motivare ale subiecților (integrează și asumptii teoretice ale modelului motivației elaborat de Keller, 1983). Asemănător teoriei lui Merrill (1983), teoria elaborării susține necesitatea implementarea controlului utilizatorilor asupra instruirii, acesta fiind operaționalizat prin *controlul asupra conținutului și a ordinii de prezentare a acestuia, controlul asupra strategiilor instrucționale* (de ex., sinteze, recapitulări) și *controlul asupra strategiilor cognitive*. Asumptia de bază a teoriei elaborării este aceea că învățarea este mai eficace, mai eficientă și mai atractivă dacă instruirea este controlată de subiecți motivați.

3.3. Eficacitatea instruirii controlată de utilizatori – dovezi experimentale

Deși există numeroase cercetări consacrate instruirii controlată de utilizatori, rezultatele obținute sunt foarte variate și adeseori contradictorii (Carrier & Williams, 1988; Kopcha & Sullivan, 2007; Williams, 1996). Astfel, în timp ce unele studii sugerează că utilizatorii învață mai bine când au control asupra procesului de învățare, cu alte cuvinte controlul instrucțional intern îmbunătățește performanța acestora (Campanizzi, 1978; Gray, 1987; Kinzie, Sullivan, & Berdel, 1988), alte studii indică faptul că utilizatorii care iau propriile decizii în procesul de învățare nu obțin performanțe la fel de bune ca și cei care urmează secvențe predeterminate de programul computerizat (Fry, 1972; Goetzfried & Hannafin, 1985; Judd, 1972; Steinberg, 1977). Pe baza datelor experimentale contradictorii, mai mulți autori au concluzionat că oferirea „nesăbuită” a controlului asupra instruirii nu este recomandată întrucât aceasta nu pare a îmbunătăți semnificativ învățarea (Williams, 1996). O idee similară a fost susținută și de Snow (1980), acesta argumentându-și „poziția” prin faptul că instruirea controlată de utilizatori în loc să diminueze diferențele interindividuale și efectele lor asupra învățării, le exacerbează.

Variabilele dependente cel mai frecvent analizate în cadrul acestor studii au fost *performanța obținută de subiecți, timpul petrecut de aceștia în sarcini, atitudinea și emoțiile exprimate față de învățare*.

3.4. Factori care influențează eficacitatea instruirii controlată de utilizatori

Instruirea controlată de utilizatori nu se constituie într-o strategie instrucțională „universal” eficace.

Williams (1996) a identificat două categorii calitativ diferite de factori ce pot influența eficacitatea instruirii controlată de utilizatori. În prima categorie de factori, Williams (1996) a inclus capacitatea subiecților de a face *alegeri raționale*, respectiv de a „cântări” solicitările impuse de sarcini și propriile nevoi de învățare în raport cu aceste solicitări, astfel încât să aleagă un suport instrucțional adecvat (**factori de influență raționali-cognitivi**). Cea de-a doua categorie de factori include *variabilele motivaționale* ce caracterizează diferiți subiecți și care pot explica „decalajele” manifestate în termeni de performanță obținută în cazul instruirii controlată de utilizatori (**factori de influență emoționali-motivaționali**).

Cercetările privind eficacitatea instruirii controlată de utilizatori au identificat două tipuri de factori cognitivi care mediază efectul acestui tip de instruire asupra învățării și anume: cunoștințele anterioare ale subiecților și abilitățile/strategiile de învățare ale subiecților (Williams, 1993, 1996). *Cunoștințele anterioare* pe care subiecții le posedă reprezintă un factor major în influențarea eficacității instruirii controlată de utilizatori (Klein & Keller, 1990; Merrill, 2002; vezi și Kopcha & Sullivan, 2007). Altfel spus, controlul oferit utilizatorilor poate prejudicia învățarea în cazul subiecților ce posedă puține cunoștințe anterioare într-un domeniu (Kinzie et al., 1988; Lee & Lee, 1991; Ross and Rakow, 1981; Snow, 1980), dar este benefic pentru subiecții cu o bază sporită de cunoștințe anterioare (Friend & Cole, 1990; Williams, 1993, 1996).

Din perspectiva teoriei încărcării cognitive, lipsa efectelor instruirii controlată de utilizatori în cazul novicilor (subiecți cu o bază scăzută de cunoștințe anterioare) asupra performanței se datorează încărcării cognitive resimțită de acești subiecți când au control asupra instruirii (vezi detalii cap. 1.4). Pe baza asumțiilor teoriei încărcării cognitive, se poate afirma că doar după ce asimilează un anumit nivel de cunoștințe, subiecții sunt capabili să beneficieze de pe urma controlului avut într-un mediu computerizat.

O altă explicație oferită adesea pentru lipsa de eficacitate a instruirii controlată de utilizatori se referă la strategiile mai adecvate sau mai puțin adecvate pe care subiecții le utilizează pentru a rezolva problemele furnizate. Aceste strategii au fost cel mai adesea conceptualizate ca *strategii de învățare* (Williams, 1996). Jonassen (1985; apud Williams, 1993) a identificat, pe baza analizei mai multor studii, *patru categorii de strategii de învățare* cu implicații majore asupra eficacității instruirii controlată de utilizatori: *strategii metacognitive* (procesele prin care subiecții „știi cât de mult știi”), *strategii de procesare a informației* (repetarea sau recitarea materialului instrucțional, reamintirea informațiilor anterioare, integrarea noilor informații în structurile de cunoștințe anterior formate, elaborări asupra materialului instrucțional și recapitularea materialului furnizat), *strategiile de studiu (sau de organizare a materialului)* și *strategiile „suportive” sau motivaționale* (însumează strategii de control cognitiv, control emoțional și control al mediului).

În ceea ce privește *factorii de influență emoționali-motivaționali*, Lepper (1985) a afirmat că aceștia influențează direcția și intensitatea proceselor atenționale, activarea fiziologică, adâncimea procesării informației și modul de reprezentare a problemelor.

Un segment important al cercetării dedicată factorilor emoționali-motivaționali de influență a eficacității instruirii controlată de utilizatori s-a axat pe așa-numita *nevoie de dezvoltare (achievement motivation)* sau, astfel spus, pe dorința subiecților de a se perfecționa și de a reuși. Nevoia de dezvoltare a fost conceptualizată ca predispoziția ce motivează subiecții să facă față solicitărilor sarcinilor, scopul fiind acela de a obține succesul (Atkinson, 1974). Studiile au indicat că lipsa de eficacitate a instruirii controlată de utilizatori poate fi explicată, cel puțin parțial, de nevoia de dezvoltare a subiecților (aceasta la rândul ei este influențată de mai mulți factori) ce se „concretizează” în patternuri de selecție disfuncționale sau inadecvate (de ex., persistență în sarcini și perseverență scăzută; vezi Williams, 1996).

Ca o concluzie a întregului capitol, putem afirma că instruirea controlată de utilizatori „funcționează” diferit în funcție de *ce* este controlat (de ex., ritmul, ordinea prezentării, caracteristicile sarcinilor), de *cine* controlează instruirea (caracteristicile cognitive și afective ale utilizatorilor) și de modul în care subiecții *percep* solicitările impuse de controlul avut asupra instruirii (adică dacă percep sau nu controlul avut asupra instruirii, vezi Corbalan, Kester, & Van Merriënboer, 2006).

Capitolul 4

PERSONALIZAREA INSTRUIRII PRIN SELECTAREA DINAMICĂ A SARCINILOR LA NIVELUL DE EXPERTIZĂ AL SUBIECȚILOR

4.1 Studiul 1: Contribuție metodologică

Din perspectiva *teoriei încărcării cognitive* (Paas, Renkl, & Sweller, 2003), adaptarea dinamică a sarcinilor de învățare la nevoile, progresul și preferințele individuale ale utilizatorilor este superioară în termeni de performanță instruirii fixe, prestabilite de program în care toți utilizatorii primesc aceleași sarcini, deoarece permite ajustarea nivelului de dificultate și de suport al sarcinilor la ceea ce doresc utilizatorii, prevenind astfel încărcarea cognitivă excesivă.

În majoritatea mediilor educaționale personalizate existente (adaptare la nivel micro), inputul pentru selectarea dinamică a sarcinilor de învățare a fost reprezentat de performanța utilizatorilor. În ciuda faptului că aceste programe personalizate permit up-datarea dinamică a performanței utilizatorilor, le lipsește un aspect esențial pentru procesul de învățare și anume măsurarea încărcării cognitive pe care utilizatorii o experimentează (Salden, Paas, Broers, & Van Merriënboer, 2004). Deși conceptul de încărcare cognitivă a fost folosit în sistemele inteligente de tutorat (Brusilovsky, 1992; Kashihara, Hirashima, & Toyoda, 1995), acesta nu a fost măsurat și utilizat ca variabilă determinantă în selectarea dinamică a sarcinilor de învățare.

Unul dintre modelele de design instrucțional care se concentrează pe relația dintre performanța obținută de utilizatori și efortul mental investit de aceștia este *modelul designului instrucțional cu patru componente* (4C/ID, Van Merriënboer, 1997). Asumția de bază a modelului este aceea că o dimensiune la fel de importantă pentru evaluarea nivelului de expertiză al utilizatorilor, în afară de performanță, este efortul mental investit de aceștia. Modelele actuale ale instruirii personalizată cu ajutorul computerului se bazează pe asumția metodologiei 4C/ID, evaluând pe lângă performanța utilizatorilor (măsurată în termeni de corectitudine sau viteză de rezolvare a sarcinilor) și efortul mental investit pentru atingerea acestei performanțe.

Combinarea performanței cu efortul mental asociat a fost propusă de Paas și Van Merriënboer (1993; vezi și Paas et al., 2003) ca o modalitate de măsurare a eficienței mentale în anumite condiții instrucționale. Astfel, o performanță sporită asociată cu un efort mental scăzut reprezintă o eficiență mentală ridicată, în timp ce o performanță scăzută combinată cu un efort mental sporit reprezintă o eficiență mentală scăzută.

Mai multe studii au indicat că personalizarea nivelului de dificultate a sarcinilor de învățare pe baza combinării performanței și a efortului mental investit de utilizatori (combinarea acestora reprezintă o măsură a nivelului de expertiză al subiecților) are efecte pozitive asupra învățării. De exemplu, în domeniul Controlului de Trafic Aerian, Camp și colaboratorii (2001), precum și Salden și colaboratorii (2004) au comparat instruirea fixă, controlată de program (secvențe predeterminate ale sarcinilor de învățare) cu adaptarea dinamică a sarcinilor de învățare, operaționalizată prin personalizarea nivelului de dificultate a sarcinilor pe baza eficienței mentale. Autorii au observat că selectarea dinamică a sarcinilor de învățare contribuie la obținerea unei performanțe superioare la testele de transfer comparativ cu situația în care este impusă o secvențialitate fixă, predeterminată a sarcinilor.

În studiul realizat de Kalyuga și Sweller (2005), atât nivelul de dificultate, cât și nivelul de suport pentru fiecare din sarcinile de învățare prezentate au fost adaptate la expertiza utilizatorilor. Rezultatele acestui studiu au confirmat ipoteza conform căreia utilizatorii ce beneficiază de instruire personalizată prin adaptarea nivelului de dificultate și de suport al sarcinilor la nivelul lor de expertiză înregistrează un progres semnificativ între performanța obținută la pretest și cea obținută la posttest și prezintă o eficiență cognitivă sporită comparativ cu utilizatorii din grupul de control.

Rezultatele studiilor anterioare sunt în concordanță cu datele obținute în domeniul geneticii de către Corbalan, Kester și Van Merriënboer (2008) conform cărora instruirea adaptată ce include un control limitat al utilizatorilor (control împărțit de program și utilizatori – shared control) determină eficiență și eficacitate crescută în selectarea și rezolvarea problemelor de genetică. În plus, rezultatele au indicat că instruirea adaptată ce presupune un control împărțit între programul computerizat și utilizatori determină creșterea motivației utilizatorilor, mai exact nivelul de implicare a acestora în sarcină.

4.1.1 Un model al personalizării instruirii cu ajutorul computerului

Componentele modelelor instruirii personalizate cu ajutorul computerului sunt esențiale pentru adaptarea nivelului de dificultate și suport al sarcinilor de învățare la nivelul de expertiză al utilizatorilor și vizează: (a) caracteristicile sarcinilor de învățare (sau baza de date); (b) caracteristicile sau profilul utilizatorilor, și (c) componenta personalizării sau adaptării.

(a) Caracteristicile sarcinilor de învățare

Conform modelului 4C/ID (Van Merriënboer, 1997), sarcinile de învățare îndeplinesc rolul de „coloană vertebrală” a unui program computerizat și trebuie să respecte trei cerințe: (1) să fie ordonate de la simplu la complex sau în categorii/clase de sarcini; (2) să se furnizeze suport complet pentru prima sarcină de învățare din fiecare categorie de sarcini, apoi acest suport să fie redus gradual până la lipsa completă a lui în cazul ultimei sarcini dintr-o anumită categorie și (3) să se asigure o variabilitate sporită a practicării prin schimbarea acelor caracteristici ale sarcinilor de învățare care diferă și în lumea reală.

În ceea ce privește *nivelul de dificultate al sarcinilor*, s-a demonstrat că prezentarea unor sarcini de învățare foarte dificile încă de la începutul instruirii poate avea efecte negative asupra învățării, performanței și motivației ca urmare a faptului că dificultatea sporită a sarcinilor impune o încărcare excesivă asupra sistemului cognitiv al utilizatorilor (Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998; Van Merriënboer, Kirschner, & Kester, 2003). În al doilea rând, furnizarea unui *suport sau sprijin* este esențială pentru învățare, deoarece previne, la fel ca și nivelul de dificultate, încărcarea cognitivă a utilizatorilor. Suportul instrucțional oferit în rezolvarea unor sarcini noi și dificile poate fi diminuat odată cu creșterea nivelului de expertiză al utilizatorilor prin procedura numită *eșafodaj* (este cunoscută și sub numele de *strategie de completare a problemelor*; Van Merriënboer, 1997). Această strategie vizează trecerea de la oferirea unui suport complet (sub forma exemplelor rezolvate) la reducerea graduală a acestui suport (sub forma problemelor incomplete) până la lipsa totală a suportului (sub forma problemelor convenționale). Mai multe studii au indicat efectele pozitive pe care această strategie le are asupra învățării (Renkl & Atkinson, 2003; Van Merriënboer & de Croock, 1992). În al treilea rând, sarcinile de învățare pe care utilizatorii le primesc trebuie să prezinte o *variabilitate* sporită, adică să difere unele de altele din perspectiva acelor dimensiuni sau caracteristici care diferă și în lumea reală. Variabilitatea practicării sporește încărcarea cognitivă relevantă pentru învățare, deoarece îi ajută pe utilizatori să își dezvolte cunoștințe generalizate și cu un grad sporit de abstractizare (Paas & Van Merriënboer, 1994b).

În concluzie, din perspectiva modelelor instruirii personalizate și a metodologiei 4C/ID, scopul unor medii educaționale personalizate trebuie să fie acela de a adapta nivelul

de dificultate, nivelul de suport și celelalte caracteristici ale sarcinilor de învățare la expertiza utilizatorilor, astfel încât încărcarea cognitivă să fie redusă.

(b) Caracteristicile sau profilul utilizatorilor

În majoritatea mediilor educaționale personalizate cu ajutorul computerului, caracteristicile utilizatorilor sunt incluse într-un portofoliu și constituie baza pentru selectarea dinamică a celor mai adecvate sarcini într-un moment specific din procesul de învățare. Caracteristicile utilizatorilor sunt reprezentate de: (a) performanța obținută; (b) efortul mental investit și (c) nivelul de expertiză (Corbalan et al., 2006).

Conform modelului 4C/ID (Van Merriënboer, 1997), evaluarea performanței obținută de utilizatori la sarcinile de învățare din aceeași categorie sau clasă, care pot fi cu suport (exemple rezolvate sau probleme incomplete) sau fără suport (probleme convenționale), este utilizată pentru a decide nivelul de suport al următoarei sarcini de învățare, în timp ce evaluarea performanței la sarcinile fără suport este utilizată pentru a decide trecerea la un nivel de dificultate superior sau încheierea trainingului. În plus, pentru monitorizarea progresului utilizatorilor în timpul instruirii și pentru adaptarea în timp real a sarcinilor de învățare în funcție de progresul înregistrat trebuie utilizată combinația dintre performanța obținută și efortul mental investit. Astfel, portofoliul utilizatorilor va fi up-datat după fiecare sarcină de învățare rezolvată ceea ce permite determinarea nivelului optim de dificultate și de suport necesar pentru următoarea sarcină selectată.

Trebuie subliniat faptul că portofoliul utilizatorilor nu include doar informațiile obținute în timpul instruirii (de ex., „istoricul” performanței și al efortului mental investit în faza de training), ci și informațiile obținute înaintea intervenției educaționale (de ex., baza de cunoștințe anterioare a utilizatorilor).

(c) Componenta personalizării sau adaptării

Personalizarea sarcinilor de învățare cu ajutorul computerului este dependentă atât de caracteristicile sarcinilor, cât și de portofoliul utilizatorilor. Scopul personalizării îl constituie selectarea în timp real a celor mai adecvate sarcini de învățare dintre cele existente într-un mediu computerizat pe baza evaluării continue a nivelului de expertiză al utilizatorilor. Întrucât modelele instruirii adaptate la nivel micro subliniază rolul variabilelor măsurate anterior intervenției instrucționale pentru faza de început a procesului de învățare (Park & Lee, 2003), am considerat necesar ca prima sarcină de învățare din training să fie selectată în funcție de baza de cunoștințe anterioare a utilizatorilor. Dat fiind faptul că importanța variabilelor anterioare intervenției se diminuează odată cu acumularea informațiilor referitoare la performanța obținută în procesul de învățare, personalizarea următoarelor sarcini din training trebuie să se bazeze pe evaluarea în timp real a performanței și a efortului mental investit, respectiv pe up-datarea portofoliului utilizatorilor după fiecare sarcină rezolvată.

Personalizarea trebuie să se bazeze pe asumțiile modelului 4C/ID conform cărora utilizatorilor li se permite progresul la o clasă superioară de sarcini (niveluri superioare de dificultate) doar în momentul în care sunt capabili să rezolve o sarcină fără suport (de ex., probleme convenționale) respectând standardele prestabilite și fără a investi un efort mental prea mare. În caz contrar, se impune varierea nivelului de suport al sarcinilor (din cadrul aceluiași nivel de dificultate) până când utilizatorii vor fi capabili să rezolve probleme fără suport. În general, cu cât performanța obținută de utilizatori este mai mare, iar efortul mental investit mai scăzut, cu atât „salturile” de la un nivel de suport la altul sunt mai mari, permițând trecerea mai rapidă la un nivel superior de dificultate.

4.1.2 Dezvoltarea unui mediu educațional personalizat pentru învățarea geneticii

Scopul acestui studiu a fost acela de a dezvolta un mediu educațional personalizat cu ajutorul computerului pentru învățarea geneticii (mai exact, a legilor mendeliene ale eredității).

Mediul educațional personalizat dezvoltat este o aplicație Web scrisă în limbajul de programare PHP. Baza de date MySQL la care este conectată aplicația conține toate problemele de genetică, algoritmul de selecție a sarcinilor și „interacțiunile” utilizatorilor cu sistemul, respectiv scorurile obținute la pretest, training, posttest și transfer distal; efortul mental investit în fiecare dintre fazele anterior menționate; patternul de selecție a sarcinilor (numărul de probleme selectate din fiecare nivel de dificultate și din fiecare nivel de suport); timpul petrecut (în minute) în sarcini. Tot în această bază de date sunt incluse și introducerea prezentată utilizatorilor în scopul reamintirii conceptelor genetice de bază, pretestul, posttestul, testul de transfer distal, chestionarele de evaluare a motivației și glosarul ce conține explicația termenilor utilizați în mediul computerizat.

Componentele esențiale ale mediului educațional personalizat dezvoltat de noi sunt prezentate în Figura 2.

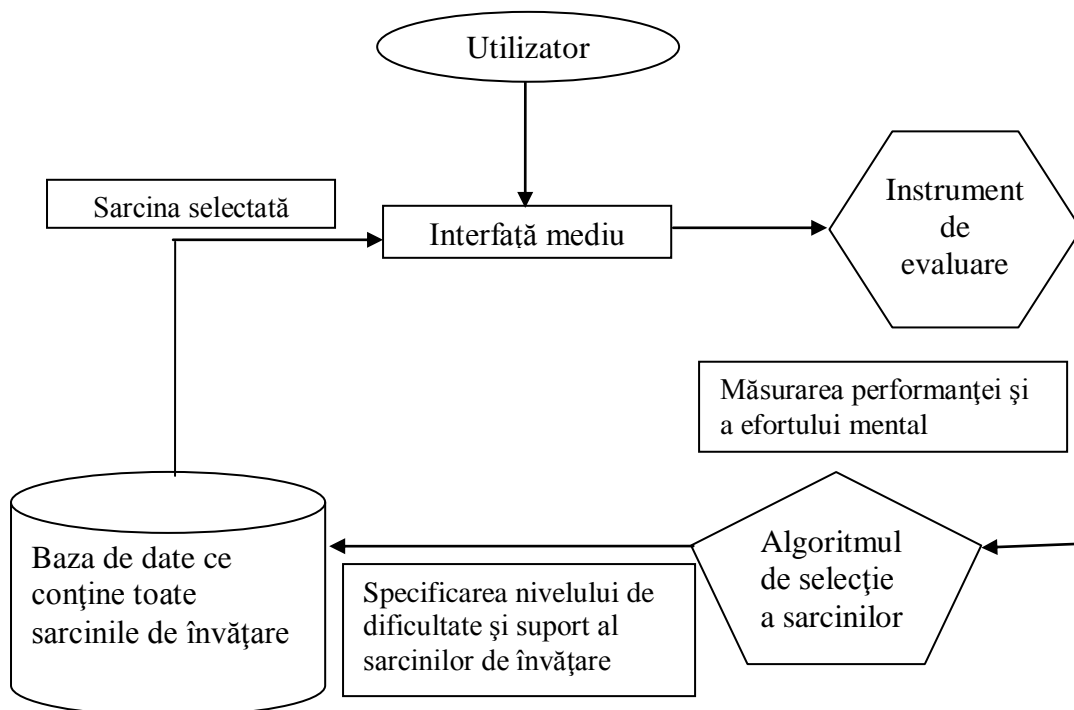


Fig. 2. Componentele esențiale ale mediului educațional personalizat

După cum se poate observa și în Figura 2, utilizatorii rezolvă o sarcină selectată din baza de date, iar performanța obținută la această sarcină și efortul mental investit pentru atingerea performanței respective sunt utilizate de algoritmul de selecție pentru personalizarea nivelului de dificultate și de suport al următoarei sarcini la expertiza utilizatorilor. Acest proces se repetă până când utilizatorii rezolvă cu succes (performanța obținută e mai mare decât efortul mental investit) cel puțin o problemă convențională din categoria cu cele mai dificile sarcini (din ultimul nivel de dificultate).

Tabelul 3 prezintă *baza de date cu sarcinile de învățare* ce rezultă din combinarea a cinci niveluri de dificultate, trei niveluri de suport și trei trăsături de suprafață pentru fiecare nivel de suport.

Tabelul 3. Baza de date cu sarcinile de învățare și combinațiile posibile dintre diferite niveluri de dificultate, niveluri de suport și trăsături de suprafață

Nivel de dificultate	Nivel de suport	Sarcinile de învățare		
Nivel dificultate 1 - 2 generații - raționament deductiv	Probleme incomplete cu suport sporit	culoare păr	Forma capului	gropiță mentonieră
	Probleme incomplete cu suport scăzut	culoare păr	Forma capului	lobul urechii
	Probleme convenționale	culoare păr	Forma capului	hexadactilie
Nivel dificultate 2 - 3 generații - raționament deductiv	Probleme incomplete cu suport sporit	culoare păr	Forma capului	lobul urechii
	Probleme incomplete cu suport scăzut	culoare păr	Forma capului	gropiță mentonieră
	Probleme convenționale	culoare păr	Forma capului	hexadactilie
Nivel dificultate 3 - 2 generații - raționament inductiv	Probleme incomplete cu suport sporit	culoare păr	Forma capului	albinism
	Probleme incomplete cu suport scăzut	culoare păr	Forma capului	fenilcetonurie
	Probleme convenționale	culoare păr	Forma capului	gropiță mentonieră
Nivel dificultate 4 - 3 generații - raționament deductiv - raționament inductiv	Probleme incomplete cu suport sporit	culoare păr	Forma capului	fenilcetonurie
	Probleme incomplete cu suport scăzut	culoare păr	Forma capului	lobul urechii
	Probleme convenționale	culoare păr	Forma capului	albinism
Nivel dificultate 5 - 3 generații - 2 raționamente inductive	Probleme incomplete cu suport sporit	culoare păr	Forma capului	hexadactilie
	Probleme incomplete cu suport scăzut	culoare păr	Forma capului	fenilcetonurie
	Probleme convenționale	culoare păr	Forma capului	albinism

Instrumentul de evaluare inclus în mediul educațional personalizat a fost utilizat pentru a măsura performanța obținută și efortul mental investit în pretest și după fiecare sarcină de învățare din faza de training, permițând astfel up-datarea portofoliului utilizatorilor și colectarea unor informații necesare pentru selectarea următoarei sarcini. Pentru evaluarea *cunoștințelor anterioare* ale utilizatorilor, s-a aplicat un pretest ce conținea zece întrebări cu variante multiple de răspuns (punctaj maxim 10 puncte). Punctajul obținut la pretest a fost folosit pentru calcularea scorului mediu utilizat în algoritmul de selecție a nivelului de dificultate și de suport al primei sarcini de învățare din faza de training. În plus, acest instrument de evaluare a permis monitorizarea *performanței* utilizatorilor în faza de training, prin măsurarea corectitudinii sarcinilor de învățare rezolvate. Punctajul acordat sarcinilor din faza de training a fost dependent de nivelul de dificultate și de suport în care acestea se aflau și a fost folosit pentru calcularea scorului mediu utilizat în algoritmul de selecție a următoarelor sarcini din training.

Pe lângă performanța obținută la pretest și la fiecare sarcină din faza de training, instrumentul de evaluare a fost utilizat și pentru măsurarea *efortului mental* investit în atingerea performanței din cele două faze. S-a folosit în acest sens o scală de evaluare subiectivă cu un item „Cât de dificilă a fost pentru voi rezolvarea acestei probleme?”. Utilizatorii au acordat răspunsurile pe baza unei scalei Likert în 5 puncte, unde 1 însemna *foarte puțin dificil*, iar 5 *foarte dificil* (Paas, 1992).

Algoritmul de selecție a sarcinilor de învățare indică „mărimea salturilor” sau progresul de la un nivel de suport al sarcinilor la altul și de la un nivel de dificultate la altul pe baza nivelului de expertiză al utilizatorilor (ce reprezintă o combinație între performanța obținută și efortul mental investit pentru atingerea acestei performanțe).

Algoritmul de selecție pentru determinarea nivelului de dificultate și de suport al primei probleme din faza de training utilizează scorurile obținute de subiecți și efortul mental investit la pretest și este prezentat în Tabelul 4, în timp ce algoritmul de selecție pentru restul problemelor din faza de training utilizează performanța obținută de subiecți și efortul mental investit de aceștia la problema anterioară și este prezentat în Tabelul 5 (pentru problemele incomplete cu suport sporit) și în Tabelul 6 (pentru problemele incomplete cu suport scăzut și pentru problemele convenționale).

Nivelul de dificultate al primei probleme din training a fost întotdeauna 1, performanța și efortul mental investit de utilizatori la pretest determinând, de fapt, nivelul de suport al acestei prime probleme. După cum se poate observa în Tabelul 4, majoritatea scorurilor obținute la pretest obligă la rezolvarea de probleme incomplete cu suport sporit (+1), câteva scoruri „impun” rezolvarea de probleme incomplete cu suport scăzut (+2) și doar puține scoruri determină rezolvarea de probleme convenționale (+3).

Tabelul 4. *Algoritmul de selecție ce indică mărimea „salturilor” între pretest și prima problemă din faza de training*

Efort mental	Performanță				
	1	2	3	4	5
1	1	2	2	3	3
2	1	1	2	2	3
3	1	1	1	2	2
4	1	1	1	1	2
5	1	1	1	1	1

Tabelul 5. *Algoritmul de selecție ce indică mărimea „salturilor” pentru problemele incomplete cu suport sporit*

Efort mental	Performanță				
	1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	3
2	0	1	1	2	2
3	-1	0	0	1	1
4	-1	-1	0	0	1
5	-2	-1	-1	0	0

Tabelul 6. Algoritm de selecție ce indică mărimea „salturilor” pentru problemele incomplete cu suport scăzut și pentru problemele convenționale

Efort mental	Performanță				
	1	2	3	4	5
1	0	0	1	2	3
2	-1	0	0	1	2
3	-1	-1	0	0	1
4	-2	-1	-1	0	0
5	-3	-2	-1	-1	0

Algoritm de selecție prezentat în Tabelul 5 și Tabelul 6 poate fi sumarizat astfel: utilizatorii primesc o problemă similară (ca nivel de dificultate și suport) cu cea anterior rezolvată, dacă performanța și efortul mental investit au scoruri foarte apropiate sau identice (0); utilizatorii „sar” la un nivel superior de dificultate (+3) doar în cazul în care obțin cea mai bună performanță posibilă (5) în timp ce investesc cel mai scăzut efort mental posibil (1), iar în cazul în care rezolvă o problemă incompletă cu suport scăzut sau o problemă convențională și obțin cea mai scăzută performanță posibilă (1) și investesc cel mai mare efort mental posibil (5) regresează la nivelul de dificultate anterior (-3).

4.1.3 Discuții și concluzii

Programul educațional personalizat cu ajutorul computerului dezvoltat pentru lucrarea de față integrează asumțiile modelului binivelar al instruirii adaptive cu cele ale metodologiei 4C/ID. În acest caz, personalizarea instruirii a presupus selectarea unui nivel de dificultate și de suport adecvat al sarcinilor de învățare în funcție de progresul înregistrat și de efortul mental investit de utilizatori.

Există câteva *diferențe semnificative* între mediul educațional personalizat, proiectat de noi și mediile computerizate adaptive anterior dezvoltate. În primul rând, programul educațional personalizat dezvoltat de noi aplică modalități diferite de evaluare a performanței și a efortului mental investit și include un alt algoritm de selecție a sarcinilor de învățare. Mai specific, măsurarea performanței și a efortului mental s-a realizat în mod diferit comparativ cu programele anterior dezvoltate în funcție de nivelurile de suport ale sarcinilor din cadrul unui nivel de dificultate. Acesta este și motivul pentru care s-a aplicat un algoritm de selecție diferit în cazul problemelor incomplete cu suport sporit (vezi Tabelul 5) față de cel pentru problemele incomplete cu suport scăzut sau pentru problemele convenționale (vezi Tabelul 6). Apoi, algoritmul de selecție a sarcinilor a fost diferit de cel implementat în alte programe personalizate în sensul în care mărimea maximă a „salturilor” a fost trei (+3), ceea ce obligă la un progres sau regres mai lent de la un nivel de dificultate la altul (mai ales că există doar trei niveluri de suport spre deosebire de programele personalizate anterioare care conțin cinci niveluri de suport; vezi Corbalan et al., 2006 și Kalyuga & Sweller, 2005).

În al doilea rând, spre deosebire de programele educaționale personalizate anterior dezvoltate ce selectează prima sarcină de învățare în mod arbitrar, fără a ține cont de nivelul de expertiză al utilizatorilor, aplicația proiectată de noi selectează prima sarcină din training în funcție de performanța obținută de utilizatori la pretest și de efortul mental investit pentru atingerea acestei performanțe (vezi Tabelul 4).

4.2 Evaluarea formativă a mediului educațional computerizat dezvoltat

Eficacitatea sistemelor computerizate depinde într-o mare măsură de gradul în care designul, funcționalitatea și interfața acestor sisteme reflectă asumțiunile modelelor de design instrucțional pe care se fundamentează. Tocmai de aceea, se impune testarea prototipurilor acestor sisteme computerizate din perspectiva funcționalității și a usabilității, precum și revizuirea lor în funcție de rezultatele obținute.

Implementarea versiunii finale a mediului educațional computerizat dezvoltat de noi a fost precedată de o evaluare formativă. Evaluarea formativă a avut ca *scop principal* analiza patternului de selecție și rezolvare a problemelor de către utilizatori concomitent cu testarea modului în care diferitele tipuri de control instrucțional implementate funcționează (dacă se produce învățarea), precum și rafinarea ulterioară a designului pe baza rezultatelor obținute.

Grupul țintă a fost constituit din 28 subiecți (17 fete și 11 băieți), elevi în clasa a X-a la Liceul Teoretic „Gh. Șincai”, Cluj-Napoca (M vârstă = 16.57; AS = .50). Subiecții au fost distribuți aleator în una din cele patru „variante” ale mediului computerizat: *instruire fixă controlată de programul computerizat* ($n = 7$); *instruire controlată total de utilizatori* ($n = 9$); *instruire controlată parțial de utilizatori* ($n = 6$) și *instruire personalizată cu ajutorul programului computerizat* ($n = 6$).

În cazul *instruirii fixe controlată de program*, utilizatorii au rezolvat un număr total de 15 probleme, câte trei probleme din fiecare nivel de dificultate, reprezentând un nivel de suport diferit. Cele 15 probleme au fost prezentate într-o ordine prestabilită, de la simplu spre complex, respectiv de la nivelul 1 de dificultate la nivelul 5 de dificultate și de la un suport sporit spre lipsa suportului – conform modelului 4C/ID (Van Merriënboer, 1997).

În cazul *instruirii controlată de utilizatori*, participanții au avut acces la toate cele 45 de probleme de genetică disponibile, precum și la informații despre nivelul de dificultate și de suport al acestora (vezi Figura 4). În cazul *instruirii controlată total de utilizatori*, subiecții au avut responsabilitate deplină asupra procesului de selecție a sarcinilor, iar în *instruirea controlată parțial de utilizatori*, aceștia trebuiau să rezolve cel puțin o problemă convențională din nivelul de dificultate actual pentru a li se permite să treacă la un alt nivel de dificultate. Conform modelului 4C/ID, utilizatorii pot trece la o clasă superioară de dificultate doar dacă sunt capabili să rezolve, în mod independent, problemele convenționale furnizate la standardele prespecificate (Van Merriënboer et al., 2006).

Mediu educațional computerizat pentru învățarea geneticii

Glosar Vezi informații generale 10 10
Logout

Probleme de genetică

Nivel dificultate 1			Nivel dificultate 2			Nivel dificultate 3			Nivel dificultate 4			Nivel dificultate 5		
- două generații - raționament deductiv (de la părinți la copii)			- trei generații - raționament deductiv (de la părinți la copii)			- două generații - raționament inductiv (de la copii la părinți)			- trei generații - raționament deductiv (de la părinți la copii) - raționament inductiv (de la copii la părinți)			- trei generații - două raționamente inductive (de la copii la părinți)		
culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr	culoare păr
forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului	forma capului
gropiță mentonieră (din bărbie)	lobul urechi	hexadactilie	lobul urechi	gropiță mentonieră (din bărbie)	hexadactilie	albinism	fenilcetonurie	gropiță mentonieră (din bărbie)	fenilcetonurie	lobul urechi	albinism	hexadactilie	fenilcetonurie	albinism

Prin culoarea galbenă – sunt reprezentate problemele în care aveți de completat un singur pas pentru aflarea soluției, restul pașilor fiind completați de program.
Prin culoarea albastră – sunt reprezentate problemele în care aveți de completat doi sau trei pași pentru a afla soluția, restul pașilor fiind completați de program.
Prin culoarea roșie – sunt reprezentate problemele în care trebuie să completați singuri toți pașii pentru aflarea soluției.
Prin culoarea gri – sunt reprezentate acele probleme pe care le-ați rezolvat.

Dacă doriți să renunțați la rezolvarea problemelor și să răspundeți la chestionarele ce urmează, dați click pe acest buton.

Figura 4. Cadru selectat din mediul educațional computerizat ce prezintă toate cele 45 de problemele de genetică disponibile.

În cazul *instruirii personalizată cu ajutorul programului computerizat*, algoritmul de selecție a sarcinilor a avut la bază performanța obținută și efortul mental investit de utilizatori la pretest, dar și pentru fiecare dintre problemele rezolvate în faza de training (vezi cap. 4.1 *Contribuție metodologică*).

Rezultatele evaluării formative au relevat un *progres semnificativ de la pretest la posttest* ($t(27) = -2.29, p < .05$) pentru toți utilizatorii, independent de tipul de control instrucțional, sugerând că utilizarea mediului educațional computerizat are efecte pozitive asupra învățării. De asemenea, s-a înregistrat o *descreștere semnificativă a efortului mental investit în posttest* ($t(27) = 2.88, p < .01$) comparativ cu cel investit în pretest pentru toate tipurile de control instrucțional și care poate fi un indicator al achiziționării de noi scheme cognitive de către utilizatori în faza de training.

În ceea ce privește *numărul total de probleme rezolvate*, s-a observat că 24 de utilizatori au rezolvat 15 probleme, mai exact, numărul total de probleme impus ca limită în cazul fiecărei metode instrucționale din mediul computerizat. Acest pattern de rezolvare a problemelor reflectă nivelul scăzut de expertiză al utilizatorilor și este în concordanță cu asumțiile modelului 4C/ID: utilizatorii cu o bază scăzută de cunoștințe progresează mai lent de la problemele cu niveluri scăzute de dificultate la cele cu niveluri sporite de dificultate și, ca urmare, rezolvă mai multe probleme până la încheierea trainingului (Van Merriënboer et al., 2006).

Această explicație este susținută și de patternul de selecție a *problemelor cu diferite niveluri de dificultate*, observat în cazul instruirii controlată total de utilizatori. Mai specific, s-a observat că 6 din cei 9 subiecți care beneficiază de instruire controlată total de utilizatori au rezolvat toate cele 9 probleme existente în nivelul întâi de dificultate, în timp ce doar un singur subiect din cei 9 a rezolvat o problemă din nivelul cinci de dificultate.

Dificultatea resimțită de utilizatori în rezolvarea problemelor de genetică furnizate datorită nivelului scăzut de expertiză a fost reflectată și de alegerea preponderentă a unui *suport instrucțional substanțial* (42% din totalul de probleme rezolvate reprezintă probleme incomplete cu suport sporit, în timp ce doar 27% din totalul problemelor rezolvate reprezintă probleme convenționale). Observațiile acestea sunt în concordanță cu rezultatele studiilor ce indică faptul că utilizatorii care posedă puține cunoștințe într-un domeniu nu sunt capabili să aprecieze cantitatea de suport instrucțional necesar sau nivelul de dificultate al problemelor pe care trebuie să insiste ceea ce explică și efectele negative asupra performanței când beneficiază de control asupra instruirii (Kinzie et al., 1988; Ross & Rakow, 1981; Snow, 1980).

Patternul de selecție a problemelor din diferite niveluri de dificultate în cazul instruirii personalizată cu ajutorul computerului a reflectat cel mai bine nivelul scăzut de expertiză al utilizatorilor. Mai exact, doar jumătate dintre utilizatori (3 din cei 6 utilizatori) au ajuns să rezolve probleme din nivelul 3 de dificultate, în timp ce doar doi utilizatori au primit spre rezolvare probleme din nivelul 4 de dificultate, însă niciun utilizator nu a atins nivelul 5 de dificultate.

În fine, pe baza observațiilor realizate în timpul evaluării formative, s-a constatat că unii utilizatori întâmpină dificultăți în completarea diagramei lui Punnett, (pentru a deduce genotipul copiilor din combinarea genotipurilor pe care le au părinții) și a pedigree-ului, mai ales în cazul problemelor din nivelurile de dificultate 3, 4 și 5. Dificultatea a fost relaționată cu faptul că utilizatorii au trebuit să completeze într-o anumită ordine genotipul părinților, variantele/răspunsurile alternative nefiind validate de programul computerizat.

Pe baza rezultatelor și a observațiilor realizate în cadrul evaluării formative, s-au impus câteva **modificări necesare în designul mediului educațional computerizat** în scopul sporirii eficacității lui. În primul rând, observațiile referitoare la patternul de rezolvare a problemelor au impus extinderea numărului maxim de probleme disponibile (de la 15 la 20,

excepție instruirea fixă, controlată de program) pentru ca toți utilizatorii să rezolve probleme cu niveluri superioare de dificultate.

În al doilea rând, extinderea numărului maxim de probleme a atras după sine și modificarea timpului limită petrecut de utilizatori în faza de training. Pornind de la observațiile referitoare la timpul mediu petrecut de utilizatori în faza de training și de la asumția că rezolvarea problemelor cu niveluri superioare de dificultate necesită timp suplimentar de rezolvare, am decis stabilirea timpului limită pentru faza de training la 60 minute.

Un alt aspect asupra căruia s-a decis în urma evaluării formative a vizat păstrarea *instruirii controlată parțial* de utilizatori din două rațiuni: (1) patternul de selecție a sarcinilor a fost diferit de cel prezent în instruirea controlată total de utilizatori și (2) limitarea impusă în cazul instruirii controlată parțial de utilizatori previne selectarea exclusivă a unor sarcini cu nivel sporit de suport ceea ce nu reprezintă în sine o strategie deficitară, dar restricționează evaluarea acurată a performanței utilizatorilor.

În fine, pe baza observațiilor referitoare la modul în care utilizatorii interacționează cu programul computerizat s-au decis câteva modificări la nivel de interfață a mediului computerizat în scopul facilitării acestei interacțiuni.

Capitolul 5

EFECTELE TIPULUI DE CONTROL INTRUCȚIONAL INTERN VS. CONTROL INTRUCȚIONAL EXTERN (ADAPTIV ȘI NONADAPTIV) ASUPRA EFICACITĂȚII ȘI EFICIENȚEI ÎNVĂȚĂRII UNOR SUBIECȚI CU NIVELURI DIFERITE DE EXPERTIZĂ

5.1 Studiul 1

Scop și ipoteze

Scopul studiului de față a fost de a investiga efectele pe care diferite tipuri de control instrucțional le au asupra eficacității (performanța obținută) și eficienței în cazul învățării geneticii de către subiecți cu o bază de cunoștințe anterioare diferită (subiecți cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare vs. subiecți cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare). Mai specific, acest studiu compară în termeni de performanță și eficiență următoarele patru tipuri de control instrucțional: instruire fixă, controlată de program, instruire controlată total de utilizatori, instruire controlată parțial de utilizatori și instruire personalizată cu ajutorul programului computerizat.

În ceea ce privește (1) *tipul de control instrucțional*, prezicem că instruirea personalizată cu ajutorul programului va facilita obținerea unei performanțe superioare în rezolvarea trainingului și a testelor, influențând pozitiv și eficiența învățării comparativ cu celelalte trei tipuri de control instrucțional. Includerea celor două tipuri de instruire controlată de utilizatori a avut ca scop investigarea măsurii în care controlul limitat al utilizatorilor asupra instruirii poate preveni încărcarea cognitivă impusă de un control total, păstrându-se astfel în sfera beneficiilor în învățare.

Referitor la (2) *baza de cunoștințe anterioare*, este foarte probabil ca subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare (studenții din anul I și II) să obțină o performanță superioară atât în faza de training, cât și în cea de testare și, de asemenea, să dea dovadă de o eficiență sporită în învățare comparativ cu subiecții ce posedă puține cunoștințe anterioare (elevii de liceu). Este posibil ca studenții din anul I și cei din anul II să nu difere semnificativ în termeni de performanță, efort mental investit, timp petrecut în fiecare dintre fazele experimentului sau eficiența a învățării. În plus, prezicem că subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare vor petrece un timp mai îndelungat în sarcini datorită unei procesări de profunzime și reflecției asupra procesului rezolutiv (vezi Chi, 2006).

Metodă

Participanți

La acest experiment au participat 269 de subiecți (M vârstă = 18.63 ani, AS = 3.95; 225 fete și 44 băieți), 99 elevi în clasa a IX-a (Liceul Teoretic „Gheorghe Șincai”), 117 studenți în anul I și 53 studenți în anul II (Facultatea de Psihologie și Științe ale Educației). Liceenii sunt considerați subiecți cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare în domeniul geneticii, iar studenții din anul I și II sunt considerați a avea un nivel sporit de cunoștințe anterioare în domeniu, deoarece au fost expuși la acest subiect anterior în liceu, iar apoi în cadrul cursurilor de neuropsihologie (anul I). Toți participanții au fost repartizați aleator în una dintre cele patru condiții: instruire fixă controlată de program ($n = 65$, 25 liceeni și 40 studenți), instruire controlată total de utilizatori ($n = 70$, 25 liceeni și 45 studenți), instruire controlată parțial de utilizatori ($n = 68$, 25 liceeni și 43 studenți) și instruire personalizată cu ajutorul programului ($n = 66$, 24 liceeni și 42 studenți).

Materiale

Mediul educațional computerizat utilizat a fost asemănător cu cel descris în capitolul 4.1.2), cu modificările implementate în urma evaluării formative.

Introducerea prezentată participanților conține concepte genetice de bază necesare pentru rezolvarea problemelor și anume: *gene dominante*, *gene recesive*, *genotip*, *fenotip*, etc.

Pretestul este identic cu *posttestul* și conține zece întrebări cu variante multiple de răspuns, de fiecare dată o singură variantă fiind corectă dintre cele patru posibile.

În faza de *training*, utilizatorii au primit spre rezolvare mai multe probleme de genetică referitoare la mecanismele de transmitere a caracterelor ereditare conforme cu legile mendeliene ale eredității (Mendel, 1985). Numărul de probleme prezentate, nivelul de dificultate și de suport al acestora, precum și ordinea de prezentare a acestora au fost dependente de condiția experimentală în care se aflau utilizatorii.

Testul de transfer distal conține cinci probleme de genetică ce au caracteristici structurale diferite de cele ale problemelor din training și măsoară abilitatea utilizatorilor de a aplica strategiile învățate în situații noi (de ex., determinarea genotipului grupei sanguine pe care un părinte o are pe baza informațiilor despre partenerul lui și a unuia dintre copii).

Consistența internă (coeficientul α Cronbach) a pretestului, posttestului și transferului distal a fost în ordine: .52, .69 și .75.

Eficiența învățării. Pentru calcularea eficienței învățării am utilizat următoarea formulă, derivată din formula propusă de Tuovinen & Paas (2004):

$$E = \frac{P + TT - EM}{\sqrt{3}}$$

În această formulă, E = eficiența învățării, P = performanța obținută în faza de testare, TT = timpul total petrecut în faza de training, iar EM = efortul mental investit în faza de testare (posttest și transfer distal). Înainte de a fi incluse în formulă, performanța obținută în faza de testare, efortul mental investit în faza de testare și timpul petrecut în faza de training sunt standardizate, iar scorurile z sunt utilizate pentru calcularea eficienței în învățare.

Procedură

La început, participanții au completat pretestul, apoi au citit introducerea, după care au început rezolvarea problemelor din training. Pe parcursul trainingului, participanții au putut accesa introducerea și glosarul prezentate sub formă de link. După finalizarea trainingului, participanții au primit spre rezolvare posttestul, iar apoi testul de transfer distal. În toate fazele experimentului, participanții au evaluat pe o scală de la 1 la 5 efortul mental investit pentru fiecare problemă rezolvată. Experimentul a durat maxim două ore, timpul petrecut de utilizatori în fiecare parte a acestuia fiind înregistrat de programul computerizat.

Rezultate

Pentru analiza rezultatelor s-a folosit analiza de varianță (ANOVA) având ca factori de variație intersubiecți (1) *tipul de control instrucțional* (condiția experimentală în care se află participanții) și (2) *baza de cunoștințe anterioare* (nivelul de școlarizare al participanților). Variabilele dependente sunt reprezentate de performanța, efortul mental investit, timpul petrecut de participanți în faza de training, posttest și transfer distal, dar și de comportamentul de selecție a problemelor (operaționalizat prin numărul total de probleme rezolvate, numărul total de probleme rezolvate din fiecare nivel de dificultate și din fiecare nivel de suport) și eficiența în învățare. Pragul de semnificație statistică setat a fost .05.

Tabelul 7 (pentru factorul *tipul de control instrucțional*) și Tabelul 8 (pentru factorul *baza de cunoștințe anterioare*) prezintă mediile și abaterile standard ale variabilelor dependente măsurate în faza de pretest, training, posttest și transfer distal.

(1) *Tipul de control instrucțional*

ANOVA a relevat un efect semnificativ al tipului de control instrucțional asupra performanței obținute în *faza de training*, $F(3, 265) = 2.94$, $MSE = 3075.45$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .03$ și asupra timpului petrecut în training, $F(3, 265) = 13.57$, $MSE = 218.93$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .13$. Analiza de contrast a evidențiat că participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului obțin performanțe superioare în rezolvarea problemelor din training ($t(265) = 2.59$, $p < .05$) față de performanța medie a participanților ce beneficiază de instruire fixă, controlată de program și de instruire controlată total sau parțial de utilizatori. Participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului petrec mai mult timp în training ($t(265) = 5.06$, $p < .0001$) comparativ cu participanții ce beneficiază de instruire fixă, controlată de program și de instruire controlată total sau parțial de utilizatori. De asemenea, participanții ce beneficiază de instruire controlată total de utilizatori petrec semnificativ mai puțin timp în training ($t(265) = -2.69$, $p < .01$) comparativ cu cei care beneficiază de instruire fixă, controlată de program. Nu există însă un efect semnificativ al tipului de control instrucțional asupra efortului mental investit în training, $F(3, 265) = 1.37$, $MSE = 1.10$, *ns*.

În ceea ce privește numărul total de probleme rezolvate în timpul trainingului, ANOVA a relevat un efect semnificativ al tipului de control instrucțional, $F(3, 265) = 4.41$, $MSE = 19.16$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .05$. Participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului rezolvă mai multe probleme în faza de training ($t(265) = 3.53$, $p < .0001$) decât participanții din celelalte trei condiții experimentale.

S-a pus în evidență un efect semnificativ al tipului de control instrucțional asupra numărului total de probleme rezolvate în nivelul întâi de dificultate, $F(3, 260) = 16.39$, $MSE = 6.16$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .16$; nivelul doi de dificultate, $F(3, 260) = 11.69$, $MSE = 5.28$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .12$; nivelul patru de dificultate, $F(3, 188) = 19.46$, $MSE = 1.69$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .24$; și nivelul cinci de dificultate, $F(3, 167) = 3.29$, $MSE = 1.36$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .06$. În general, participanții ce beneficiază de instruire controlată total sau parțial de utilizatori rezolvă mai multe probleme din niveluri inferioare de dificultate (de ex., nivelul 1 de dificultate) și mai puține probleme din niveluri superioare de dificultate (de ex., nivelul 4 și 5 de dificultate) comparativ cu participanții ce beneficiază de instruire fixă, controlată de program.

ANOVA a relevat un efect semnificativ al tipului de control instrucțional asupra numărului total de probleme incomplete cu suport sporit, $F(3, 258) = 4.64$, $MSE = 7.05$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .05$ și de probleme incomplete cu suport scăzut, $F(3, 254) = 6.18$, $MSE = 3.61$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .07$. Participanții ce beneficiază de instruire controlată total de utilizatori rezolvă mai multe probleme incomplete cu suport sporit ($t(258) = 3.65$, $p < .0001$) comparativ cu participanții ce beneficiază de instruire fixă, controlată de program, iar participanții care beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului rezolvă mai

multe probleme incomplete cu suport scăzut ($t(254) = 4.29, p < .0001$) comparativ cu media problemelor rezolvate de participanții din celelalte trei condiții experimentale.

De asemenea, ANOVA a relevat un efect semnificativ al tipului de control instrucțional asupra „mărimii salturilor” de la un nivel de suport la altul și de la un nivel de dificultate la altul, $F(3, 265) = 25.01, MSE = .11, p < .0001, \eta_p^2 = .22$. Participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului au realizat „salturi” semnificativ mai mici ($t(265) = -6.96, p < .0001$) comparativ cu media „mărimii salturilor” din celelalte trei condiții experimentale.

Comparațiile între cele patru condiții experimentale nu au dus la obținerea unor diferențe semnificative în termeni de performanță, efort mental investit, timp petrecut pentru rezolvarea transferului distal (all $F_s < 1$) și a posttestului ($F(3, 265) = 1.42, MSE = 28.39, ns$).

(2) Baza de cunoștințe anterioare

ANOVA a relevat un efect semnificativ al cunoștințelor anterioare asupra performanței obținută la pretest ($F(2, 266) = 18.28, MSE = 3.81, p < .0001, \eta_p^2 = .12$), efortului mental investit ($F(2, 266) = 28.34, MSE = .59, p < .0001, \eta_p^2 = .18$) și timpului petrecut în faza de pretest ($F(2, 266) = 13.67, MSE = 20.75, p < .0001, \eta_p^2 = .09$). Studenții din anul I obțin o performanță mai bună la pretest ($t(266) = 5.29, p < .0001$) comparativ cu liceenii, iar studenții din anul II obțin scoruri mai mari la pretest ($t(266) = 3.12, p < .01$) comparativ cu media scorurilor obținute de liceeni și studenții din anul I (vezi Tabelul 5 pentru medii și abateri standard). De asemenea, studenții din anul I au investit mai puțin efort mental pentru rezolvarea pretestului ($t(266) = -7.49, p < .0001$) și au petrecut mai mult timp în această fază ($t(266) = 4.79, p < .0001$) decât liceenii, în timp ce studenții din anul II petrec mai mult timp în această fază ($t(266) = 2.30, p < .05$) comparativ cu media timpului petrecut de studenții din anul I și liceeni.

În consecință, pentru analizele următoare s-a recurs la analiza de covarianță (ANCOVA) având ca factor de variație intersubiecți *baza de cunoștințe anterioare*, iar ca și covariabile performanța obținută la pretest, efortul mental investit și timpul petrecut în faza de pretest.

ANCOVA a relevat efecte semnificative ale bazei de cunoștințe anterioare asupra performanței obținută la training ($F(2, 265) = 15.13, MSE = 2551.96, p < .0001, \eta_p^2 = .10$), efortului mental investit ($F(2, 265) = 14.31, MSE = .70, p < .0001, \eta_p^2 = .10$) și timpului petrecut în faza de training ($F(2, 265) = 31.87, MSE = 151.29, p < .0001, \eta_p^2 = .19$). Studenții din anul I obțin în faza de training performanțe semnificativ mai bune ($t(265) = 4.41, p < .0001$) decât elevii de liceu, iar studenții din anul II obțin performanțe superioare ($t(265) = 3.69, p < .0001$) comparativ cu elevii de liceu și studenții din anul I. De asemenea, studenții din anul I au investit mai puțin efort mental în faza de training ($t(265) = -3.54, p < .0001$) comparativ cu liceenii, în timp ce studenții de anul II au investit mai puțin efort mental în această fază ($t(265) = -4.09, p < .0001$) comparativ cu liceenii și studenții din anul I. În fine, studenții din anul I au petrecut mai mult timp în această fază ($t(265) = 6.86, p < .0001$) comparativ cu liceenii, în timp ce studenții din anul II au petrecut mai mult timp pentru completarea trainingului ($t(265) = 4.58, p < .0001$) față de liceeni și studenții din anul I.

ANOVA a relevat obținerea unui efect semnificativ a bazei de cunoștințe anterioare asupra numărului total de probleme rezolvate în primul nivel de dificultate, $F(2, 261) = 5.09, MSE = 7.02, p < .01, \eta_p^2 = .04$ și în nivelul doi de dificultate, $F(2, 261) = 8.10, MSE = 5.61, p < .0001, \eta_p^2 = .06$. În general, studenții din anul I rezolvă semnificativ mai puține probleme din nivelul 1 și 2 de dificultate comparativ cu liceenii, iar studenții din anul II rezolvă semnificativ mai puține probleme din aceste niveluri inferioare de dificultate față de media celor rezolvate de liceeni și studenții din anul I.

ANOVA a pus în evidență un efect semnificativ al cunoștințelor anterioare doar asupra numărului total de probleme incomplete cu suport sporit, $F(2, 259) = 12.40, MSE =$

7.76, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .09$. Studenții din anul I au rezolvat mai puține probleme incomplete cu suport sporit ($t(259) = -3.65$, $p < .0001$) comparativ cu liceenii, în timp ce studenții din anul II au rezolvat mai puține astfel de probleme ($t(259) = -3.55$, $p < .0001$) decât media celor rezolvate de liceenii și studenții din anul I.

În faza de posttest, ANCOVA a relevat un efect semnificativ al bazei de cunoștințe anterioare pentru performanță ($F(2, 265) = 8.05$, $MSE = 4.23$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .06$), efort mental investit ($F(2, 265) = 17.46$, $MSE = .51$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .12$) și timp petrecut în completarea posttestului ($F(2, 265) = 72.97$, $MSE = 13.05$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .36$). Studenții din anul I au obținut performanțe superioare la posttest ($t(265) = 3.04$, $p < .01$) comparativ cu liceenii, în timp ce studenții din anul II au obținut scoruri mai mari ($t(265) = 2.89$, $p < .01$) decât media scorurilor obținute de liceenii și studenții din anul I. De asemenea, studenții din anul I au investit mai puțin efort mental în faza de posttest ($t(265) = -3.34$, $p < .01$) comparativ cu liceenii, în timp ce studenții din anul II au investit mai puțin efort mental ($t(265) = -4.93$, $p < .0001$) decât liceenii și studenții din anul I. În plus, studenții din anul I au petrecut mai mult timp pentru completarea posttestului ($t(265) = 10.10$, $p < .0001$) comparativ cu liceenii, în timp ce studenții din anul II au petrecut mai mult timp ($t(265) = 7.36$, $p < .0001$) decât liceenii și studenții din anul I.

Pentru faza de transfer distal, ANCOVA a relevat un efect semnificativ al cunoștințelor anterioare asupra performanței, $F(2, 258) = 62.95$, $MSE = 4.93$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .33$ și timpului petrecut în această fază, $F(2, 265) = 146.67$, $MSE = 27.54$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .53$, nu și efortului mental investit, $F(2, 258) = 1.89$, $MSE = .64$, ns). Studenții din anul I au obținut performanțe superioare la testul de transfer distal ($t(258) = 10.78$, $p < .0001$) comparativ cu liceenii, în timp ce studenții din anul II au obținut performanțe superioare ($t(258) = 4.21$, $p < .0001$) comparativ cu media celor obținute de liceenii și studenții anul I. În plus, studenții din anul I au petrecut mai mult timp în această fază ($t(265) = 15.56$, $p < .0001$) comparativ cu liceenii, în timp ce studenții din anul II au petrecut mai mult timp ($t(265) = 8.30$, $p < .0001$) decât media timpului petrecut de liceeni și studenții din anul I (

Progresul dintre performanța la pretest și cea la posttest. Utilizând testul t pentru eșantioane perechi, s-a obținut un progres semnificativ între performanța de la pretest și cea de la posttest ($t(268) = -7.51$, $p < .0001$), ceea ce indică faptul că subiecții din toate condițiile experimentale au învățat în urma trainingului. De asemenea, s-a înregistrat o descreștere semnificativă a efortului mental investit în posttest ($t(268) = 8.52$, $p < .0001$) comparativ cu cel investit în pretest pentru toate condițiile experimentale, ceea ce indică o creștere „calitativă” a schemelor cognitive achiziționate.

ANOVA nu a relevat un efect semnificativ al interacțiunii tip de control instrucțional x bază de cunoștințe anterioare pentru niciuna dintre următoarele variabile dependente: performanță, efort mental investit și timp petrecut în faza de training, posttest și transfer distal ($F_s < 1$). În ceea ce privește comportamentul de selecție a problemelor, ANOVA a relevat însă un efect semnificativ al interacțiunii asupra numărului total de probleme rezolvate, $F(6, 257) = 2.80$, $MSE = 18.14$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .06$; numărului total de probleme incomplete cu suport sporit, $F(6, 250) = 2.64$, $MSE = 6.17$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .06$; numărului total de probleme convenționale, $F(6, 248) = 2.58$, $MSE = 2.98$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .06$; numărului total de probleme rezolvate în primul nivel de dificultate, $F(6, 252) = 4.80$, $MSE = 5.44$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .10$, în nivelul doi de dificultate, $F(6, 252) = 6.55$, $MSE = 4.38$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .14$, și în nivelul trei de dificultate, $F(6, 238) = 2.86$, $MSE = 1.49$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .07$ (vezi Figurile 2, 3 și 4).

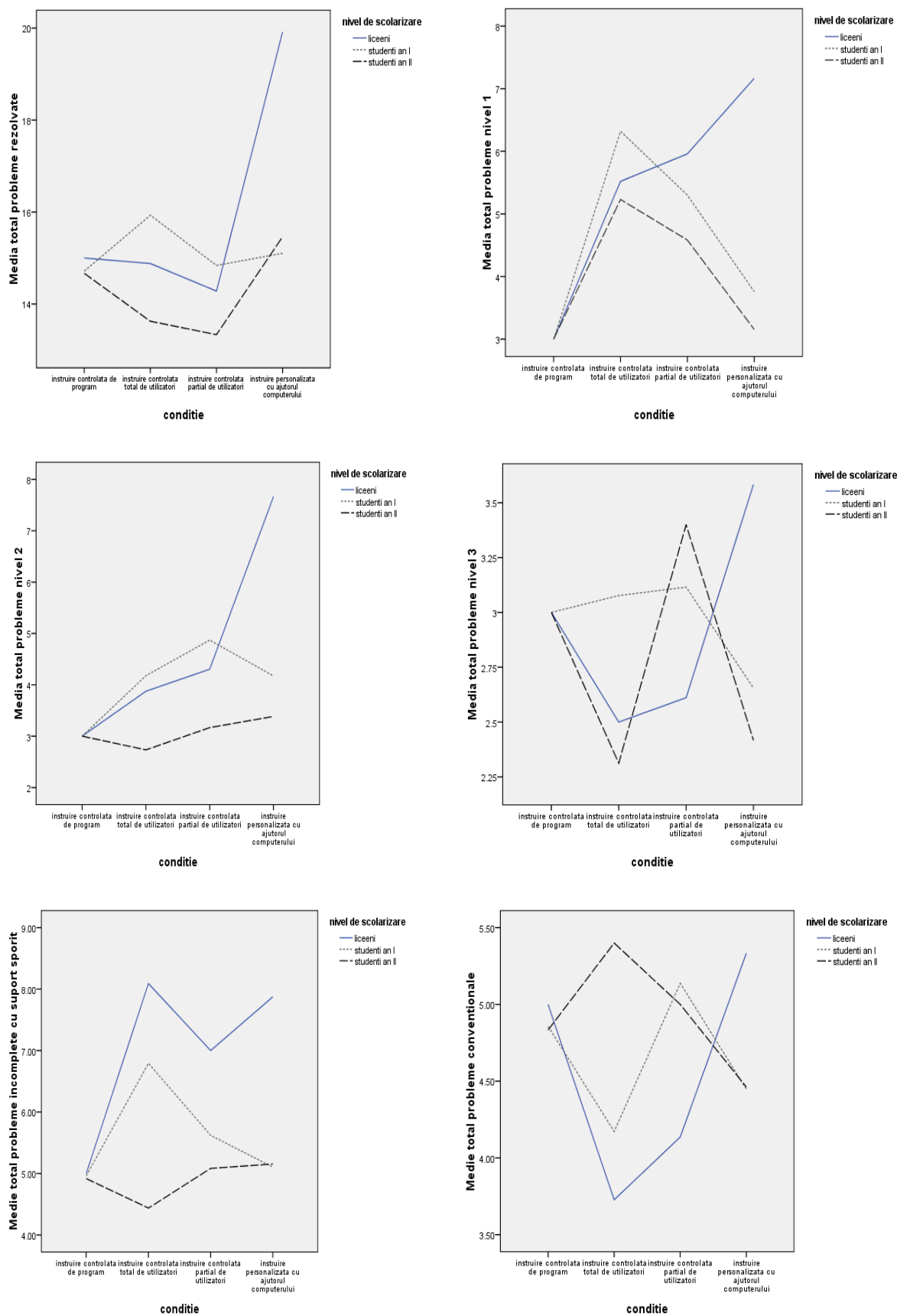


Figura 5. Interacțiunea dintre tipul de control instrucțional și baza de cunoștințe anterioare a subiecților pentru numărul total de probleme rezolvate, numărul de probleme incomplete cu suport sporit și numărul de probleme convenționale rezolvate

ANOVA a relevat un efect semnificativ al tipului de control instrucțional asupra eficienței învățării raportat atât la faza de posttest, $F(3, 265) = 2.72$, $MSE = 1.70$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .03$, cât și la faza de transfer distal, $F(3, 258) = 3.92$, $MSE = 1.57$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .04$. Instruirea personalizată cu ajutorul programului este mai eficientă atât pentru faza de posttest ($t(265) = 2.23$, $p < .05$), cât și pentru faza de transfer distal ($t(258) = 2.96$, $p < .01$) decât celelalte trei tipuri de instruire.

ANOVA a relevat un efect semnificativ al bazei de cunoștințe anterioare asupra eficienței învățării atât la faza de posttest, $F(2, 266) = 67.64$, $MSE = 1.16$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .34$; cât și la faza de transfer distal, $F(2, 259) = 88.84$, $MSE = .97$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .41$. Studenții din anul I sunt mai eficienți la posttest ($t(266) = 10.16$, $p < .0001$) decât liceenii, în timp ce studenții din anul II sunt mai eficienți ($t(266) = 6.04$, $p < .0001$) comparativ cu liceenii și studenții de anul I. Un pattern similar de rezultate apare și în faza de transfer distal.

Nu există un efect semnificativ al interacțiunii tipul de control instrucțional x baza de cunoștințe anterioare asupra eficienței învățării la posttest ($F < 1$) și la transferul distal, $F(6, 250) = 1.02$, $MSE = .91$, *ns*.

Tabelul 7. Rezultatele la pretest, training, posttest și transfer distal (tipul de control instrucțional)

Variabile dependente	Tipul de control instrucțional							
	Instruire fixă controlată de program		Instruire controlată total de utilizatori		Instruire controlată parțial de utilizatori		Instruire personalizată cu ajutorul programului	
	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>
<i>Pretest</i>								
Timp (min)	11.49	3.97	11.95	4.92	10.66	4.91	13.23	4.90
Efort mental	3.10	.86	3.08	.83	3.21	.84	3.04	.85
Performanță	4.15	2.21	4.19	1.86	4.19	2.03	3.89	2.22
<i>Training</i>								
<i>N</i> total de probleme	14.82	.83	15.03	5.33	14.37	5.46	16.92	4.06
Total pași completați	42.32	2.92	39.07	15.72	39.32	14.22	46.41	10.23
Timp (min)	39.38	13.95	32.53	15.76	29.82	14.79	44.51	14.57
Efort mental	2.96	1.05	2.63	1.21	2.84	1.06	2.92	.83
Performanță	127.20	37.70	117.26	71.16	114.04	61.54	139.85	43.13
<i>Posttest</i>								
Timp (min)	6.20	4.42	7.83	5.38	7.71	5.38	7.72	6.00
Efort mental	2.73	.97	2.67	1.04	2.74	1.04	2.69	1.11
Performanță	5.18	2.45	5.14	2.58	5.00	2.60	5.17	2.48
Eficiența învățării	.01	1.27	-.21	1.36	-.39	1.28	.22	1.31
<i>Testul de transfer distal</i>								
Timp (min)	11.13	7.42	12.67	8.05	12.50	8.08	13.37	8.24
Effort mental	4.01	.92	3.87	.97	3.96	.98	3.76	.98
Performanță	3.95	3.02	3.93	2.87	3.60	2.81	4.04	3.06
Eficiența învățării	-.05	1.22	-.22	1.34	-.42	1.19	.30	1.24

Tabelul 8. Rezultatele la pretest, training, posttest și transfer distal (baza de cunoștințe anterioare)

Variabile dependente	Baza de cunoștințe anterioare					
	Liceeni		Studentii anul I		Studentii anul II	
	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>
<i>Pretest</i>						
Timp (min)	9.92	4.39	12.90	4.78	13.02	4.34
Effort mental	3.52	.80	2.73	.76	3.18	.72
Performanță	3.17	1.39	4.58	2.19	4.81	2.27
<i>Training</i>						
<i>N</i> total de probleme	15.98	4.41	15.15	4.56	14.25	4.16
Total pași completați	42.00	12.59	41.79	12.87	2.47	.86
Timp (min)	28.31	1.28	40.32	1.15	43.04	1.70
Efort mental	3.17	.09	2.73	.08	2.43	.12
Performanță	101.60	5.29	133.60	4.73	146.70	7.03
<i>Posttest</i>						
Timp (min)	3.80	.38	8.99	.34	10.52	.50
Effort mental	3.01	.08	2.65	.07	2.29	.10
Performanță	4.46	.22	5.36	.19	5.84	.29
Eficiența învățării	-.1.09	.98	.40	1.07	.65	1.25
<i>Transfer distal</i>						
Timp (min)	4.81	.54	16.43	.49	17.37	.73
Efort mental	3.98	.09	3.92	.08	3.72	.11
Performanță	1.66	.24	5.17	.21	4.88	.31
Eficiența învățării	-1.20	.80	.49	1.07	.50	1.07

Discuții

Conform așteptărilor, rezultatele indică faptul că participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului au o performanță semnificativ mai bună în faza de training comparativ cu participanții din celelalte trei condiții experimentale. Așadar, se poate observa o influență semnificativă a adaptării dinamice a nivelului de dificultate și de suport al sarcinilor la expertiza utilizatorilor asupra eficacității trainingului. În plus, participanții care beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului petrec mai mult timp pentru completarea trainingului comparativ cu participanții din celelalte trei condiții experimentale. Este posibil ca timpul prelungit de rezolvare a problemelor din faza de training în cazul adaptării instruirii să se explice prin faptul că participanții au observat relația dintre acuratețea propriilor soluții și nivelul de dificultate sau de suport al sarcinilor selectate ulterior de program. În consecință, participanții petrec mai mult timp pentru a analiza și reflecta asupra problemelor pe care trebuie să le rezolve (Corbalan et al., 2008).

Cu toate că diferențele dintre instruirea fixă, controlată de program și instruirea controlată de utilizatori relativ la performanța obținută la training sunt ne semnificative, participanții ce beneficiază de instruire predeterminată de program petrec mai mult timp pentru completarea acestei faze. Explicația este relaționată cu faptul că, în cazul instruirii controlată de utilizatori, participanții nu doar că rezolvă preponderent probleme mai ușoare, dar și primesc mai mult suport în rezolvarea acestora comparativ cu participanții ce beneficiază de instruire predeterminată de program.

În mod neașteptat, eficacitatea instruirii personalizate cu ajutorul programului nu se reflectă în creșterea performanței la posttest sau la transferul distal. O posibilă explicație poate fi relaționată cu nivelurile de dificultate ale problemelor pe care utilizatorii din această condiție experimentală le rezolvă preponderent. Mai specific, cu toate că aproximativ 66% din participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului nu au ajuns să rezolve probleme din nivelul 5 de dificultate, ei nu au obținut performanță inferioară în faza de posttest sau transfer distal. Este posibil ca acest rezultat să fie datorat unui „efect pervers al ajutorului” (Mircea Miclea, comunicare personală) sau formării unor stereotipuri referitoare la modul de rezolvare a problemelor (scheme cognitive parțiale) care inhibă generarea unor soluții noi și creative pentru probleme similare (Smith. et al., 1993).

Relativ la eficiența învățării, rezultatele confirmă ipoteza că instruirea personalizată cu ajutorul programului computerizat este mai eficientă decât celelalte trei tipuri de instruire. Utilizarea formulei tridimensionale (3D) pentru calcularea eficienței învățării are ca principal argument faptul că aceasta permite luarea în considerare și a altor diferențe în afara celor „explicate” de performanță și de efortul mental investit în faza de test. În cadrul formulei 3D a eficienței, am adunat timpul total petrecut de participanți în training (vezi și Salden et al., 2004), având în vedere faptul că în studiul de față un timp prelungit este benefic procesului de învățare. Un argument în favoarea ideii că timpul mai lung petrecut în rezolvarea sarcinilor este benefic îl reprezintă și faptul că subiecții cu un nivel sport de cunoștințe petrec mai mult timp pentru a reflecta și afla soluțiile corecte la probleme comparativ cu subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe (Chi, 2006).

În ceea ce privește baza de cunoștințe anterioare, predicțiile referitoare la faptul că subiecții ce posedă un nivel sporit de cunoștințe anterioare (studenții din anul I și II) obțin performanțe superioare și sunt mai eficienți comparativ cu cei care au un nivel scăzut de cunoștințe în domeniul geneticii (elevii de liceu) au fost confirmate. După cum sugerează rezultatele, studenții obțin o performanță superioară, petrec mai mult timp și experiențiază mai puțin efort mental comparativ cu elevii de liceu în toate fazele experimentului. Aceste rezultate confirmă ipoteza referitoare la influența bazei de cunoștințe anterioare a subiecților asupra eficacității și eficienței învățării, ceea ce subliniază importanța nivelului de expertiză al subiecților pentru procesul de învățare.

Efecte semnificative ale interacțiunii au fost obținute doar pentru comportamentul de selecție a problemelor din faza de training. Rezultatele înregistrate indică faptul că baza de cunoștințe anterioare a utilizatorilor afectează traseul de învățare (learning path) pe care aceștia îl urmează în fiecare tip de control instrucțional.

Sumarizând, rezultatele studiului de față susțin doar parțial ipoteza eficacității și eficienței instruirii personalizate, indicând că adaptarea dinamică a problemelor la nevoile personale ale utilizatorilor face trainingul mai eficient și mai eficace, fără însă a avea efecte pozitive asupra performanței din faza de testare. Baza de cunoștințe anterioare a studenților s-a dovedit a fi un factor important în înțelegerea modului de organizare și a semnificației informației prezentate ceea ce se reflectă în rezultate superioare obținute de către studenți în faza de training și de testare.

5.2 Studiul 2

Scop și ipoteze

Acest studiu reprezintă o replicare a studiului anterior în scopul verificării predicțiilor referitoare la influența tipului de control instrucțional (instruire controlată total de utilizatori vs. instruire personalizată cu ajutorul programului computerizat) asupra eficacității și eficienței în învățare odată cu creșterea nivelului de expertiză al utilizatorilor (inclusiv în studiu a unor doctoranzi). Întrucât cercetarea din domeniul designului instrucțional nu a reușit să răspundă într-o manieră „consecventă” la întrebări referitoare la *aspectele* ce diferențiază subiecții cu (sub)niveluri de expertiză specifice (Alexander, 2003; Van Gog, Paas, & Merriënboer, 2005), ni s-a părut util de aflat „profilul de performanță” caracteristic subiecților cu alte niveluri de expertiză decât cele anterior studiate.

În acest studiu, planul experimental a fost unul de tipul 2 x 2, cu două variabile independente intersubiecți, *tipul de control instrucțional* (având două modalități: instruire controlată total de utilizatori și instruire personalizată cu ajutorul programului computerizat) și *nivelul de expertiză* (tot cu două modalități: subiecți cu nivel intermediar de expertiză – studenți an II - și subiecți cu nivel sporit de expertiză – doctoranzi în domeniul geneticii animale).

Metodă

Participanți

La experiment au participat 54 de subiecți (M vârstă = 23.67 ani, AS = 3.92; 37 fete și 17 băieți). 25 erau doctoranzi (Facultatea de Zootehnie și Biotehнологii; M vârstă = 26.88 ani, AS = 3.40; 12 fete și 13 băieți), iar 29 erau studenți (anul II de la Facultatea de Psihologie și Științe ale Educației; M vârstă = 20.90 ani, AS = 1.42, 19 fete și 10 băieți). În fiecare condiție experimentală a fost repartizat un număr aproximativ egal de subiecți cu nivel sporit de expertiză (instruire controlată total de utilizatori: n = 13; instruire personalizată cu ajutorul programului computerizat: n = 12) și subiecți cu nivel intermediar de expertiză (instruire controlată total de utilizatori: n = 16; instruire personalizată cu ajutorul programului computerizat: n = 13).

Materiale și Procedură

Mediul educațional computerizat utilizat și procedura experimentală au fost asemănătoare celor descrise în studiul anterior (vezi studiul 5.1), cu mențiunea că în acest caz s-au păstrat doar două tipuri de control instrucțional.

Rezultate

În scopul analizării datelor s-a recurs la o analiză de varianță 2x2, având ca variabile independente intersubiecți nivelul de expertiză și tipul de control instrucțional. Pragul de semnificație statistică setat a fost .05.

Mediile și abaterile standard ale variabilelor dependente măsurate în faza de training, posttest și transfer distal sunt prezentate în Tabelul 9.

ANOVA a evidențiat un efect semnificativ al tipului de control instrucțional asupra timpului din training, participanții ce beneficiază de instruire controlată de utilizatori petrecând mai puțin timp în training comparativ cu participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului, $F(1, 50) = 7.45$, $MSE = 253.47$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .13$. Efectul nivelului de expertiză asupra timpului din training a fost, de asemenea, semnificativ, $F(1, 50) = 5.18$, $MSE = 253.47$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .09$, indicând faptul că doctoranzii petrec semnificativ mai puțin timp în training decât studenții din anul II. Efectul interacțiunii dintre cele două variabile independente a fost nesemnificativ, $F < 1$.

ANOVA nu a relevat efecte semnificative ale tipului de control instrucțional, $F < 1$; nivelului de expertiză, $F(1, 49) = 2.09$, *ns* sau interacțiunii tip de control instrucțional x nivel expertiză, $F(1, 49) = 1.09$, *ns*. asupra performanței din training. Nu s-au înregistrat diferențe semnificative nici în ceea ce privește efortul mental investit în training între cele două tipuri de control instrucțional, $F < 1$, sau între cele două niveluri de expertiză, $F(1, 49) = 2.09$, *ns*. De asemenea, efectul interacțiunii s-a dovedit a fi nesemnificativ, $F < 1$.

În ceea ce privește numărul total de probleme rezolvate în timpul trainingului, ANOVA a relevat un efect periferic semnificativ al tipului de control instrucțional, $F(1, 50) = 3.68$, $MSE = 21.13$, $p = .061$, $\eta_p^2 = .07$, și un efect semnificativ al nivelului de expertiză, $F(1, 50) = 11.16$, $MSE = 21.13$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .18$. Astfel, participanții ce beneficiază de instruire controlată de utilizatori au rezolvat mai puține probleme decât participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul computerului, iar doctoranzii au rezolvat mai puține probleme decât studenții din anul II. Nu s-a înregistrat un efect semnificativ al interacțiunii dintre cei doi factori, $F < 1$, asupra numărului total de probleme rezolvate.

Analiza problemelor rezolvate în fiecare nivel de suport a relevat un efect periferic semnificativ al nivelului de expertiză asupra numărului total de probleme incomplete cu suport sporit, $F(1, 50) = 3.97$, $MSE = 7.01$, $p = .052$, $\eta_p^2 = .07$, doctoranzii rezolvând mai puține astfel de probleme comparativ cu studenții din anul II. Nici efectul tipului de control instrucțional, nici cel al interacțiunii tip de control instrucțional x nivel de expertiză nu au fost semnificative, $F_s < 1$. ANOVA a indicat că tipul de control instrucțional, $F(1, 50) = 7.70$, $MSE = 4.90$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .13$ și nivelul de expertiză, $F(1, 50) = 5.91$, $MSE = 4.90$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .11$, au avut un efect semnificativ asupra numărului total de probleme incomplete cu suport scăzut rezolvate de participanți. Participanții ce beneficiază de instruire controlată de utilizatori au rezolvat mai puține astfel de probleme comparativ cu participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul computerului, iar doctoranzii au rezolvat mai puține astfel de probleme față de studenții din anul II. Efectul interacțiunii dintre cele două variabile s-a dovedit nesemnificativ, $F < 1$.

Pentru numărul total de probleme convenționale rezolvate, nu s-a înregistrat un efect semnificativ al tipului de control instrucțional, $F < 1$, însă efectul nivelului de expertiză a fost unul semnificativ, $F(1, 50) = 4.73$, $MSE = 4.68$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .09$, doctoranzii rezolvând mai puține probleme convenționale comparativ cu studenții din anul II. De asemenea, s-a înregistrat un efect periferic semnificativ al interacțiunii tip de control instrucțional x nivel de expertiză, $F(1, 50) = 3.84$, $MSE = 4.68$, $p = .056$, $\eta_p^2 = .07$. Doctoranzii au rezolvat mai puține probleme convenționale în cazul instruirii controlată de utilizatori comparativ cu studenții din anul II, dar în cazul instruirii personalizate cu ajutorul computerului au rezolvat mai multe astfel de probleme decât studenții din anul II (vezi Figura 6).

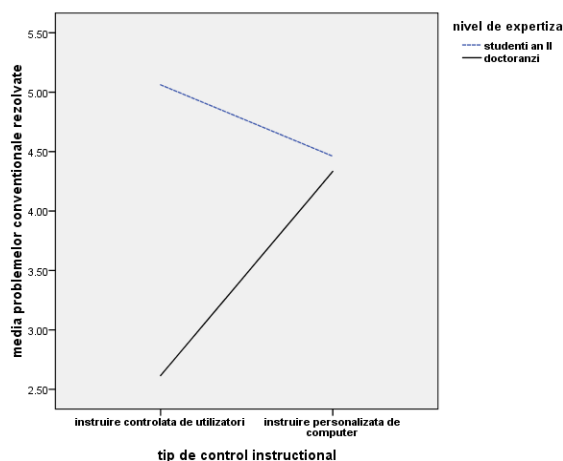


Figura 6. Interacțiunea dintre tipul de control instrucional și nivelul de expertiză al utilizatorilor pentru numărul de probleme convenționale rezolvate

ANOVA a relevat un efect semnificativ al nivelului de expertiză asupra performanței din posttest, $F(1, 50) = 11.73$, $MSE = 5.33$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .09$, doctoranzii obținând o performanță mai mare comparativ cu studenții din anul II. Nu s-a înregistrat însă un efect semnificativ al controlului instrucional sau al interacțiunii asupra performanței din posttest, $F_s < 1$. Un pattern similar de rezultate s-a obținut și pentru faza de transfer distal.

Nu s-au înregistrat diferențe semnificative în ceea ce privește efortul mental investit în posttest între cele două tipuri de control instrucional sau între cele două niveluri de expertiză, $F_s < 1$. De asemenea, efectul interacțiunii dintre cele două variabile s-a dovedit a fi nesemnificativ, $F < 1$. În faza de transfer distal, ANOVA nu a relevat un efect semnificativ al tipului de control instrucional asupra efortului mental investit, $F < 1$, însă a relevat un efect semnificativ al nivelului de expertiză asupra efortului mental investit, $F(1, 49) = 4.82$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .09$, ceea ce arată că doctoranzii au investit mai puțin efort mental în această fază decât studenții din anul II. Efectul interacțiunii dintre cele două variabile independente s-a dovedit a fi nesemnificativ, $F < 1$.

Progresul dintre performanța la pretest și cea la posttest. Progresul în performanță de la pretest la posttest, per ansamblu, a fost semnificativ ($t(53) = -5.08$, $p < .0001$, $d = .52$). De asemenea, s-a înregistrat o descreștere semnificativă a efortului mental investit de participanți în posttest, $t(53) = 5.94$, $p < .0001$, $d = .69$, comparativ cu cel investit în pretest.

În acest studiu a fost utilizată o formulă diferită de calcul a eficienței învățării, dat fiind faptul că timpul petrecut de doctoranzi a fost mai scurt decât cel petrecut de studenții din anul II.

$$E = \frac{P - EM}{\sqrt{2}}$$

În această formulă, E = eficiența învățării, P = performanța obținută în faza de testare (respectiv, în faza de posttest și în faza de transfer distal), iar EM = efortul mental investit în faza de testare (respectiv, în faza de posttest și în cea de transfer distal).

Atât pentru eficiența învățării din faza de posttest, cât și pentru cea din faza de transfer distal, singurul efect semnificativ a fost cel al nivelului de expertiză, doctoranzii dovedindu-se mai eficienți decât studenții din anul II.

Discuții

După cum arată rezultatele, niciunul dintre cele două tipuri de control instrucțional nu a adus beneficii în termeni de performanță sau eficiență a învățării subiecților cu un nivel sporit de expertiză. Spre deosebire de datele obținute de Mihalca, Salden, Corbalan, Paas, & Miclea (2011) care arată că adaptarea dinamică a problemelor la nivelul de expertiză al utilizatorilor face trainingul mai eficace și mai eficient, în acest studiu nu s-a înregistrat un efect semnificativ al personalizării instruirii asupra performanței la training.

Rezultatele obținute de noi sunt în direcția confirmării datelor propuse de Gay (1986) și Lee & Lee (1991): diferențele dintre tipul de control instrucțional extern și intern se diminuează când baza de cunoștințe anterioare a subiecților crește. Cu alte cuvinte, nivelul de expertiză al utilizatorilor pare a fi mai important decât tipul de control instrucțional implementat în ceea ce privește eficacitatea și eficiența învățării.

Cu toate că nu s-au înregistrat diferențe între participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul computerului și cei ce beneficiază de instruire controlată de utilizatori în ceea ce privește performanța obținută în faza de training, timpul petrecut de aceștia pentru completarea trainingului a fost semnificativ diferit. Mai exact, participanții ce beneficiază de instruire controlată de utilizatori au petrecut mai puțin timp în training comparativ cu participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului. Timpul mai scurt petrecut în training de participanții ce beneficiază de instruire controlată de utilizatori poate fi relaționat cu faptul că aceștia au rezolvat mai puține probleme în total și mai puține probleme incomplete cu un nivel scăzut de suport.

În plus, rezultatele au indicat că doctoranzii obțin o performanță superioară comparativ cu studenții din anul II, atât în faza de posttest, cât și în faza de transfer distal. În plus, în faza de transfer distal, doctoranzii au investit un efort mental semnificativ mai scăzut decât studenții din anul II pentru rezolvarea problemelor, ceea ce este explicabil având în vedere că aceștia posedă scheme cognitive complexe care le permit să „gestioneze” chiar și sarcini caracterizate printr-un nivel ridicat de interactivitate a elementelor fără o încărcare cognitivă excesivă (Van Merriënboer & Sweller, 2005).

De asemenea, rezultatele au indicat o diferență semnificativă între subiecții cu nivel sporit de expertiză și cei cu nivel intermediar de expertiză în ceea ce privește eficiența învățării, atât pentru faza de posttest, cât și pentru faza de transfer distal. Mai exact, subiecții cu nivel sporit de expertiză au obținut o performanță mai bună în posttest, respectiv în transfer distal decât s-ar fi așteptat pe baza efortului mental investit.

Numărul mai mare de probleme convenționale rezolvate în cazul instruirii personalizate cu ajutorul computerului de către doctoranzi poate fi un indicator al performanței sporite obținute de aceștia în faza de training. Conform modelului 4C/ID (Van Merriënboer, 1997), subiecții cu un nivel sporit de expertiză progresează mai repede de la un nivel de dificultate al problemelor la altul și rezolvă mai multe probleme caracterizate printr-un nivel scăzut (sau minimal) de suport, respectiv probleme convenționale.

Tabelul 9. Rezultatele obținute la training, posttest și transfer distal

<i>Variabile dependente</i>	Instruire controlată de utilizatori (n = 70)				Instruire personalizată cu ajutorul programului (n = 66)			
	Expertiză sporită		Expertiză scăzută		Expertiză sporită		Expertiză scăzută	
	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>
<i>Training</i>								
Timp (min)	33.16	15.47	40.41	19.13	42.38	16.06	54.98	11.08
Efort mental	2.23	.91	2.40	1.17	2.23	.93	2.59	.48
Performanță	94.15	60.35	146.94	87.20	142.67	40.85	173.23	38.41
<i>Posttest</i>								
Timp (min)	12.96	4.75	10.41	4.49	9.63	3.69	12.44	4.30
Efort mental	1.95	.86	2.19	.86	2.02	.82	2.23	.76
Performanță	8.46	1.66	6.25	2.59	8.50	1.83	6.38	2.81
Eficiența învățării	1.63	1.01	.63	1.26	1.61	1.03	.66	1.28
<i>Testul de transfer distal</i>								
Timp (min)	21.77	4.98	18.20	6.80	15.96	7.85	19.75	3.53
Efort mental	2.97	.90	3.61	.87	3.03	1.19	3.58	1.00
Performanță	7.53	2.67	5.57	2.28	7.19	2.95	5.56	3.23
Eficiența învățării	-1.01	.94	-2.11	1.23	-1.16	1.70	-2.09	1.24

Capitolul 6

INVESTIGAREA DIFERENȚELOR DATORATE NIVELULUI DE EXPERTIZĂ ÎN PROCESUL DE SELECȚIE A SARCINILOR

Există o serie de studii care sugerează că novicii nu posedă scheme cognitive complexe, necesare pentru a selecta sarcinile de învățare pe baza trăsăturilor structurale, în timp ce experții posedă aceste scheme, fiind astfel capabili să identifice trăsăturile structurale ale sarcinilor (Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; Quilici & Mayer, 1996, 2002). Trăsăturile de suprafață se referă la aspectele irelevante ale sarcinilor, care nu influențează atingerea scopului, în timp ce trăsăturile structurale vizează acele aspecte ale sarcinilor care sunt relevante pentru atingerea scopului în învățare (pentru înțelegerea modului de rezolvare a sarcinilor; Corbalan et al., 2008).

Mai multe studii din domeniul mișcărilor oculare vizând modul în care novicii și experții percep informațiile relevante versus cele irelevante ale sarcinilor (de ex., procesul de citire, perceperea unor compoziții) au susținut empiric asumția că alocarea atenției este influențată de nivelul de expertiză al subiecților (Rayner, 1998; Van Gog et al., 2005). Mai specific, s-a demonstrat că experții într-un domeniu tind să își focalizeze atenția mai mult pe informațiile relevante ale sarcinilor comparativ cu novicii din acel domeniu (Van Gog & Scheiter, 2010). Trebuie menționat faptul că niciun studiu, din literatura parcursă de noi, nu a investigat efectul pe care nivelul de expertiză al subiecților îl are asupra informațiilor relevante sau irelevante în cadrul unui proces de selecție a sarcinilor de învățare.

Oricât de utilă ar fi înregistrarea mișcărilor oculare, această tehnică nu permite oferirea unor explicații privind motivele pentru care subiecții își orientează atenția pe anumiți stimuli pentru o anumită perioadă de timp și într-o anumită ordine (Kaakinen & Hyönä, 2005). De aceea, în încercarea de a se oferi o perspectivă comprehensivă asupra proceselor cognitive care stau la baza învățării, datele obținute cu ajutorul înregistrării mișcărilor oculare trebuie suplimentate cu datele colectate prin intermediul raportării verbale, fie ea concurentă sau retrospectivă (Van Gog, Paas, & Van Merriënboer, 2005).

Raportarea verbală concurentă (sau tehnica gândirii cu voce tare) și raportarea retrospectivă sunt cele mai frecvent utilizate tehnici de raportare verbală (Ericsson & Simon, 1993; vezi și Van Gog, Kester, Nievelstein, Giesbers, & Paas, 2009). În timp ce protocolul gândirii cu voce tare reflectă informația disponibilă în memoria de scurtă durată a participanților, protocolul raportării retrospective redă informații recuperate din memoria de scurtă durată doar în cazul rezolvării unor sarcini simple/concise, majoritatea fiind informații reactualizate din memoria de lungă durată (Camps, 2003).

Raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse se constituie într-o alternativă valoroasă mai ales în cazul novicilor care adesea experimentează o încărcare cognitivă sporită în timpul rezolvării sarcinilor și, în consecință, verbalizarea retrospectivă a gândurilor poate fi afectată negativ. În acest tip de raportare verbală, sunt utilizate ca amorse înregistrările mișcărilor oculare și ale acțiunilor realizate de participanți cu ajutorul mouse-ului/tastaturii pentru a facilita relatările verbale consecutive realizării unei sarcini (Van Gog et al., 2005; Van Gog et al., 2009). Este demonstrat faptul că raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse are rezultate mai bune decât raportarea verbală retrospectivă simplă (fără amorse) datorită diminuării fenomenului de uitare și/sau fabricare a gândurilor (vezi, Van Someren, Barnard, & Sandberg, 1994).

Scop și ipoteze

Scopul studiului a fost acela de a pune în evidență diferențele datorate nivelului de expertiză al subiecților care se manifestă în explorarea și perceperea informațiilor relevante și

a celor irelevante în procesul de selecție a unor sarcini de învățare prin combinarea înregistrării mișcărilor oculare, a protocolului gândirii cu voce tare și a raportării verbale retrospective bazată pe amorse. În acest studiu, amorsele au fost reprezentate atât de înregistrarea mișcărilor oculare ale participanților, cât și de înregistrarea acțiunilor realizate de aceștia cu ajutorul mouse-ului/tastaturii. Menționăm că este primul studiu, din literatura parcursă de noi, în care sunt utilizate simultan cele trei tehnici pentru investigarea proceselor cognitive și perceptive ale subiecților manifestate în timpul selecției unor sarcini de învățare.

Motivul pentru care am recurs la combinarea celor tehnici se referă la faptul că, în timp ce raportarea verbală furnizează informații despre „conținutul” proceselor cognitive (*de ce-ul* comportamentului vizual), datele referitoare la mișcările oculare furnizează informații specifice care vizează alocarea atenției participanților asupra unor stimuli (și a diferențelor apărute în acest sens).

Am analizat ipoteza conform căreia subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare este mai probabil să își focalizeze atenția pe trăsăturile structurale în selectarea sarcinilor de genetică prezentate, în timp ce subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare este mai plauzibil să selecteze sarcinile pe baza trăsăturilor de suprafață. De interes pentru studiu a fost și felul în care expunerea „multiplă” a subiecților la sarcinile de învățare (de ex., trei selecții) contribuie la modificarea patternului mișcărilor oculare în selecția sarcinilor (de la prima selecție la a doua selecție, respectiv la a treia). În acest sens, am prezis că este mai probabil ca subiecții să selecteze sarcinile consecutive primei selecții mai frecvent pe baza trăsăturilor structurale decât pe baza trăsăturilor de suprafață.

Totodată, am analizat și ipoteza conform căreia subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare vor verbaliza mai multe informații comparativ cu subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare, atât în cazul tehnicii gândirii cu voce tare, cât și în cel al raportării verbale retrospective bazată pe amorse. În fine, am încercat să analizăm măsura în care apar relații între datele obținute cu ajutorul celor trei tehnici de investigare a proceselor cognitive.

Metodă

Participanți

La studiu au participat 30 de studenți olandezi înscriși în anul I ($n = 9$), II ($n = 10$), III ($n = 3$) sau IV ($n = 8$) al unor universități profesionale (Hogeschool). Rezultatele a patru subiecți au fost excluse din analiza finală a datelor datorită unor probleme de ordin tehnic. Astfel, au rămas în studiu 26 de subiecți (M vârstă = 21.15 ani, $AS = 2.34$; 12 fete și 14 băieți). Toți participanții la studiu au avut vederea normală sau corectată la normal și au posedat cel puțin un minimum de cunoștințe anterioare despre legile mendeliene ale eredității (Mendel, 1985). Fiecare participant a fost recompensat cu 10 euro pentru participarea la studiu.

Aparatură și materiale

Mediul educațional computerizat. Mediul educațional computerizat, dezvoltat pentru studiul de față, este o aplicație Web scrisă în limbajul de programare PHP. Baza de date MySQL la care este conectată aplicația conține scorurile obținute de participanți în faza de training, paternul de selecție a sarcinilor de învățare și anume problemele alese de utilizatori (și ulterior rezolvate) în cadrul celor trei selecții, precum și variabilitatea practicării (disimilitudinea problemelor selectate).

Tot în această bază de date sunt incluse *introducerea* prezentată utilizatorilor în scopul reamintirii conceptelor genetice de bază și un număr de 54 probleme de genetică. Toate cele 54 de probleme sau sarcini disponibile în baza de date sunt *probleme incomplete* care prezintă utilizatorilor doar o soluție parțială ce trebuie completată (Van Merriënboer, 1997). Problemele incomplete disponibile în baza de date variază în ceea ce privește (*I*) *trăsăturile de suprafață* care se referă la specii (de ex., animale, plante, oameni, deoarece

legile mendeliene de transmitere a caracterelor sunt similare pentru animale, plante și oameni), și subspecii/rase și soiuri (de ex., câini, mazăre, asiatici), respectiv caracteristici (de ex., culoare, formă, lungime) și caractere specifice (de ex., ochi, semințe, nas) și (2) *trăsăturile structurale* care vizează pașii necesari aflării soluției finale.

Tabelul 10 prezintă trăsăturile de suprafață și trăsăturile structurale ale celor 54 de probleme incomplete disponibile în baza de date.

Tabelul 10. *Sarcinile de învățare din baza de date cu posibilele trăsături de suprafață și structurale*

Trăsăturile de suprafață ale sarcinilor		Trăsăturile structurale ale sarcinilor
Specii (subspecii)	Caracteristici (caractere) specifice	Pașii necesari aflării soluției finale
Oameni (europeni/africani/asiatici)	Culoare (păr/ochi)	(1) Determinarea genotipului unuia dintre părinți pornind de la informațiile oferite
	Formă (păr/nas)	(2) Determinarea genotipului unuia dintre părinți pe baza procentajul din generația lui
	Lungime (nas/buze)	
Animale (câine/pisică/cobai)	Culoare (blană/ochi)	(3) Determinarea genotipului unuia dintre copiii din prima generație
	Formă (urechi/blană)	(4) Determinarea genotipului unui părinte pe baza partenerului și a unui copil
	Lungime (coadă/blană)	
Plante (mazăre/grâu/fasole)	Culoare (flori/frunze)	(5) Completarea diagramei lui Punnett, combinând genotipul părinților
	Formă (fruct/păstaie)	(6) Determinarea genotipului și a raportului de segregare genotipică a descendenților
	Lungime (tulpină/fruct)	

Utilizatorii trebuie să aleagă o sarcină dintr-un set de patru sarcini de învățare prezentate pe monitor și care conțin atât o descriere a trăsăturilor de suprafață, cât și a trăsăturilor structurale reprezentate de pașii ce urmează a fi completați (vezi Figura 9).

Erfelijkheid leeromgeving

Logout

Kies een taak

<p>Welke soort en welke eigenschap zou je in de volgende taak willen hebben? In deze taak richt je je op boonkleur bij bonenplanten</p> 	<p>Welke soort en welke eigenschap zou je in de volgende taak willen hebben? In deze taak richt je je op bloemkleur bij maisplanten</p> 
<p>Welke stappen wil je zelf oplossen?</p> <p>3 en 8: Gebruik de kruistabel om de nakomelingen in te vullen</p> <p>4 en 9: Het genotype van de nakomelingen vinden</p> <p>7: Het genotype van de partner van de nakomeling vinden</p>	<p>Welke stappen wil je zelf oplossen?</p> <p>4 en 9: Het genotype van de nakomelingen vinden</p> <p>6: Het genotype van één nakomeling van de eerste kruising vinden</p> <p>7: Het genotype van de partner van de nakomeling vinden</p>
<p>Welke soort en welke eigenschap zou je in de volgende taak willen hebben? In deze taak richt je je op kolfvorm bij maisplanten</p> 	<p>Welke soort en welke eigenschap zou je in de volgende taak willen hebben? In deze taak richt je je op vacht vorm bij cavia's</p> 
<p>Welke stappen wil je zelf oplossen?</p> <p>1: Het genotype van de eerste vader vinden</p> <p>6: Het genotype van één nakomeling van de eerste kruising vinden</p> <p>7: Het genotype van de partner van de nakomeling vinden</p>	<p>Welke stappen wil je zelf oplossen?</p> <p>1: Het genotype van de eerste vader vinden</p> <p>2: Het genotype van de eerste moeder vinden</p> <p>6: Het genotype van één nakomeling van de eerste kruising vinden</p>

Open Universiteit Nederland © 2007

Figura 9. Exemplu de ecran cu sarcini de genetică prezentate utilizatorilor în procesul de selecție

Echipamentul de înregistrare a mișcărilor oculare. Mișcărilor oculare ale participanților au fost înregistrate cu ajutorul unui sistem de înregistrare a mișcării globilor oculari, încorporat într-un PC, numit Tobii 1750. Rezoluția monitorului a fost setată la 1024 x 768 pixeli, având o acuratețe spațială mai mare de 0.5 grade. Software-ul ClearView 2.7.1 a fost utilizat atât pentru înregistrarea mișcărilor oculare și a acțiunilor întreprinse de utilizatori cu ajutorul mouse-ului și a tastaturii, cât și pentru prezentarea ulterioară a acestor înregistrări ca amorse (cues), viteza de expunere fiind redusă la jumătate. Prezentarea ulterioară a înregistrării mișcărilor oculare ca amorse sau așa-numita reluare (revizualizare) a înregistrării fixațiilor oculare (“gaze replay”) indică puncte de fixație ce subîntind o rază de maxim 50 pixeli și au în total o durată de 200 ms. În acest caz, fixațiile oculare au fost prezentate sub forma unor puncte de culoare roșie care se măreau sau micșoreau odată cu creșterea, respectiv descreșterea duratei fixațiilor, având un traseu ocular de 1000 ms. Figura 10 prezintă un exemplu de reluare/revizualizarea a traseelor oculare înregistrate în timpul procesului de selecție a unei sarcini din faza de „încălzire”.

Înregistrarea audio. Relatările verbale ale participanților la acest studiu au fost înregistrate audio cu ajutorul software-ului Audacity 1.2.6 și a unui microfon standard atașat la PC.

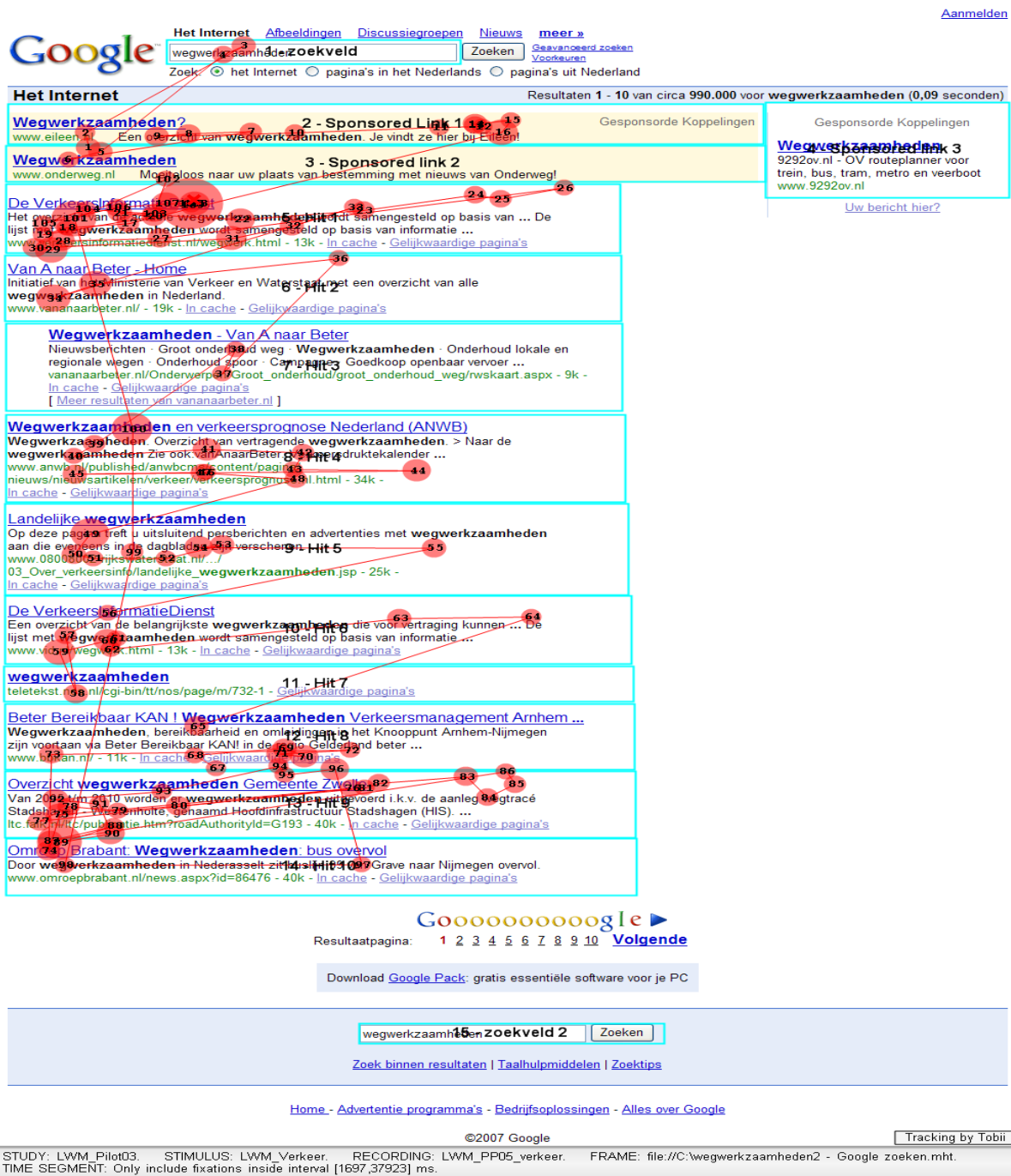


Figura 10. Exemplu de reluare a traseelor oculare din cadrul sarcinii „de încălzire” probleme în trafic

Protocoalele verbale. În acest studiu am utilizat două tehnici de colectare a protocoalelor verbale și anume, metoda gândirii cu voce tare și raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse (cued retrospective reporting). Tehnica gândirii cu voce tare solicită utilizatorilor să verbalizeze gândurile avute în timpul realizării unor sarcini specifice și să ofere explicații cu privire la propriul comportament de rezolvare a sarcinilor (Ericsson & Simon, 1993; de văzut și Van Gog, Kester, Nijelstein, Giesbers, & Paas, 2009). Raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse este o metodă de verbalizare a gândurilor post-acțiune (sau offline), fiind sprijinită de amorse (Van Gog, Paas, Van Merriënboer, & Witte, 2005). În cadrul acestei tehnici verbale, participanților le-au fost prezentate din nou înregistrările propriilor trasee oculare și li s-a solicitat să verbalizeze gândurile avute în timpul selectării

sarcinilor de învățare, pornind de la aceste înregistrări-amorsă. În concordanță cu recomandările propuse de Van Gog și colaboratorii (2005), viteza de expunere a înregistrărilor a fost redusă la jumătate.

Materiale

Introducerea. Introducerea prezentată participanților a conținut concepte genetice de bază necesare pentru a rezolva problemele incomplete din faza de training dar și un exemplu rezolvat ce conținea toți pașii necesari aflării soluției finale.

Pretestul și posttestul. Pretestul a fost identic cu posttestul și conținea zece întrebări cu variante multiple de răspuns, de fiecare dată o singură variantă fiind corectă dintre cele patru posibile.

Sarcinile de „încălzire” (pregătire). Principalul scop al sarcinilor de „încălzire” din acest studiu a fost acela de a familiariza utilizatorii cu tehnica gândirii cu voce tare și cu raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse. Chiar dacă aceste sarcini nu au vizat domeniul genetică, au solicitat participanților să deceleze informațiile relevante de cele irelevante în cadrul unui proces de selecție (selectarea site-ului care furnizează cea mai adecvată și acurată informație despre subiectul solicitat)

Instrucțiunile verbale. Instrucțiunile primite de participanți au fost formulate în concordanță cu recomandările propuse de Ericsson and Simon (1993; vezi și Van Gog et al., 2005).

Procedură

Experimentul a fost realizat în sesiuni individuale cu o durată de aproximativ 60 minute. Mai întâi a fost obținut consimțământul scris al subiecților pentru participarea la acest studiu.

Toți participanții au completat inițial pretestul pentru rezolvarea căruia au avut la dispoziție 8 minute. Pretestul a fost administrat tuturor participanților, iar scorul obținut la pretest (scor maxim = 10 puncte). Pe baza valorii medianei (median split), s-au obținut două grupuri egale ca număr de subiecți, respectiv subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare (valori mai mici decât mediana = 6.50; $n = 13$, M vârstă = 20.69 ani, $AS = 1.97$, 6 fete, 7 băieți) și subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare (valori mai mari decât mediana = 6.50; $n = 13$, M vârstă = 21.6 ani, $AS = 2.66$, 6 fete, 7 băieți). Media scorului obținut de subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare la pretest a fost 8.23 ($AS = 1.01$), iar cea a scorului obținut de subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare a fost 4.00 ($AS = 1.63$). Compararea celor două grupuri a relevat prezența unor diferențe semnificative în termeni de performanță la pretest, subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare obținând un scor mai mare la pretest decât subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare, $t(24) = 7.94$, $p < .0001$, $d = 3.12$.

După completarea pretestului, participanții au fost așezați în fața PC-ului pentru a permite calibrarea sistemului de înregistrare a mișcărilor oculare.

În scopul familiarizării participanților cu tehnicile de colectare a protocoalelor verbale utilizate în studiu au fost utilizate două sarcini de „încălzire”. Ulterior celor două sarcini de „încălzire”, participanților li s-a prezentat introducerea ce conținea concepte genetice de bază (timp maxim: 10 minute), după care au început rezolvarea problemelor din faza de training. Înainte de rezolvarea problemelor din training (un număr de trei probleme incomplete), participanții trebuiau să le selecteze, pe rând, dintr-un set de patru probleme ce reprezentau o combinație între niveluri scăzute și niveluri sporite de variabilitate. În timpul selectării problemelor, participanților li s-a solicitat să gândească cu voce tare, iar în timpul rezolvării problemelor selectate, acestora li s-a cerut să nu-și verbalizeze gândurile, ci să completeze pașii în liniște. Ulterior, participanților li s-a prezentat înregistrarea propriilor trasee oculare și li s-a cerut să verbalizeze gândurile avute în acele momente pe baza acestor înregistrări-

amorsă. Imediat după training, participanții au primit spre rezolvare posttestul (timp de rezolvare: 8 minute).

Analiza datelor

Datele colectate cu ajutorul sistemului de înregistrare a mișcărilor oculare.

Pentru a analiza mișcările oculare ale participanților, au fost definite opt zone de interes per selecție, reprezentate de caracteristicile specifice ale sarcinilor de învățare (trăsături de suprafață sau trăsături structurale).

Parametrii investigați au fost *numărul total de fixații oculare, durata totală a fixațiilor oculare și durata medie a fixațiilor oculare dintr-o zonă de interes* (reprezintă durata totală a fixațiilor per zonă de interes împărțită cu numărul fixațiilor per zonă de interes).

Protocoale verbale. Înregistrările audio ale relatărilor verbale ale participanților obținute prin tehnica gândirii cu voce tare și prin raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse au fost transcrise și analizate cu ajutorul unei scheme de codare. Schema de codare utilizată în acest scop a inclus următoarele categorii mari: (a) *citirea* trăsăturilor specifice sarcinilor de învățare, împărțită în două subcategorii: (1) trăsături de suprafață și (2) trăsături structurale; (b) *luarea deciziei* – comentarii referitoare la alegerea unor sarcini de învățare specifice, fie pe baza (1) trăsăturilor de suprafață, fie pe baza (2) trăsăturilor structurale; (c) *compararea sarcinilor de învățare* – examinări ale similitudinilor și diferențelor dintre trăsăturile specifice sarcinilor de învățare din cadrul (1) unor momente diferite de selecție sau din cadrul (2) aceleiași selecții; (d) *descrieri ale sarcinilor de învățare* – evaluări ale sarcinilor fie pe baza (1) trăsăturilor de suprafață, fie pe baza (2) trăsăturilor structurale. Pe lângă aceste categorii au fost incluse și categoriile: (e) *referiri la baza de cunoștințe anterioare* – afirmații referitoare la experiența anterioară a participanților cu astfel de sarcini de învățare, (f) *imagini* – afirmații referitoare la imaginile prezentate și (g) *altele* – acele afirmații care nu pot fi încadrate în niciuna dintre categoriile prezentate.

Doi evaluatori familiarizați cu sarcinile experimentale au codat independent 70% dintre protocoale, fidelitatea interevaluatori fiind de .72 (Cohen kappa).

Rezultate

Performanța în învățare

Tabelul 11 prezintă mediile și abaterile standard ale variabilelor dependente măsurate în faza de pretest, training și posttest, respectiv performanța obținută la pretest, training, posttest, progresul de la pretest la posttest și timpul petrecut în faza de testare.

Tabelul 11. *Mediile (M) și abaterile standard (AS) pentru performanța obținută ca efect al nivelului de expertiză al subiecților*

Variable dependente	Subiecți cu nivel sporit de cunoștințe		Subiecți cu nivel scăzut de cunoștințe	
	M	AS	M	AS
Performanță pretest	8.23	1.01	4.00	1.63
Performanță training	8.00	1.38	7.35	1.77
Performanță posttest	8.92	.95	6.46	1.45
Progres pretest-posttest	.69	1.11	2.46	2.11
Timp în pretest (min)	7.00	1.15	6.15	1.52
Timp în post-test (min)	5.31	1.70	5.62	1.39

Nu au fost relevat diferențe semnificative între subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare și cei cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare în ceea ce privește performanța obținută la training, $t(24) = 1.05$, *ns*. Subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare au obținut o performanță semnificativ mai bună la posttest comparativ cu subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare, $t(24) = 5.11$, $p < .001$, $d = 2.01$. Nu s-au înregistrat diferențe semnificative între cele două grupuri de subiecți nici în ceea ce privește timpul petrecut în pretest, $t(24) = 1.60$, *ns*, nici în ceea ce privește timpul petrecut în posttest, $t(24) = -.51$, *ns*.

Subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare *au progresat mai puțin de la pretest la posttest* comparativ cu subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare, $t(24) = -2.68$, $p < .05$, $d = .36$. În plus, progresul în performanță de la pretest la posttest este semnificativ per ansamblu, $t(25) = -4.28$, $p < .0001$, $d = .72$, ceea ce atestă faptul că toți subiecții au învățat în urma trainingului.

Datele referitoare la mișcările oculare

ANOVA de tip mixt, cu nivelul de expertiză (nivel sporit vs. nivel scăzut de cunoștințe anterioare) ca factor de variație intersubiecți și numărul de selecții ca factor de variație intrasubiecți (prima selecție vs. a doua selecție vs. a treia selecție) a relevat doar un efect periferic semnificativ al numărului de selecții, $F(2, 46) = 3.10$, $p = .055$, $\eta_p^2 = .12$ asupra numărului total de fixații oculare asupra trăsăturilor de suprafață. Analizele de contrast au evidențiat că numărul total de fixații oculare asupra trăsăturilor de suprafață este semnificativ mai scăzut în a treia selecție comparativ cu prima selecție, $F(1, 23) = 5.30$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .19$, însă este doar periferic mai scăzut în cadrul celei de-a treia selecții comparativ cu a doua selecție, $F(1, 23) = 3.96$, $p = .059$, $\eta_p^2 = .15$.

Relativ la numărul total de fixații oculare asupra trăsăturilor structurale ale sarcinilor, nu a fost evidențiat un efect semnificativ al nivelului de expertiză al subiecților, al numărului de selecții sau al interacțiunii dintre cei doi factori, $F_s < 1$.

ANOVA de tip mixt a relevat un efect semnificativ al numărului de selecții asupra duratei fixațiilor oculare de pe trăsăturile de suprafață, $F(2, 46) = 3.48$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .13$, însă nu a evidențiat un efect semnificativ al nivelului de expertiză al subiecților sau al interacțiunii dintre cei doi factori, $F_s < 1$. Durata fixațiilor oculare de pe trăsăturile de suprafață este semnificativ mai scurtă în cazul celei de-a treia selecții comparativ cu prima selecție, $F(1, 23) = 5.01$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .18$, dar și comparativ cu a doua selecție, $F(1, 23) = 4.40$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .16$.

Pentru durata fixațiilor oculare asupra trăsăturilor structurale nu a fost relevat un efect semnificativ al nivelului de expertiză al subiecților, al numărului de selecții sau al interacțiunii dintre nivelul de expertiză și numărul de selecții, $F_s < 1$.

ANOVA de tip mixt a evidențiat doar un efect periferic semnificativ al interacțiunii dintre nivelul de expertiză al subiecților și numărul de selecții, $F(2, 36) = 3.04$, $p = .060$, $\eta_p^2 = .14$ asupra duratei medii a fixațiilor oculare de pe trăsăturile de suprafață ale sarcinilor (vezi Figura 12). Durata medie a fixațiilor oculare asupra trăsăturilor de suprafață este mai mare în cadrul primei selecții, în cazul subiecților cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare față de subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare, în timp ce în cadrul celei de-a treia selecții raportul se inversează.

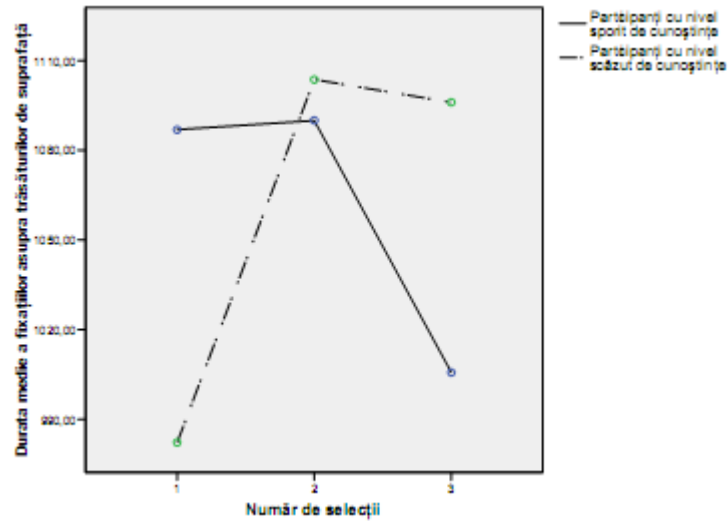


Figura 12. Interacțiunea dintre numărul de selecții și nivelul de cunoștințe anterioare a subiecților pentru durata medie a fixațiilor asupra trăsăturilor de suprafață

Mediile și abaterile standard pentru toți parametrii relaționați cu mișcările oculare ale subiecților sunt prezentate în Tabelul 12.

Tabelul 12. Mediile (*M*) și abaterile standard (*AS*) pentru parametrii relaționați cu mișcările oculare ca efect al nivelului de expertiză

	Subiecți cu nivel sporit de cunoștințe				Subiecți cu nivel scăzut de cunoștințe			
	selecția 1	selecția 2	selecția 3	total	selecția 1	selecția 2	selecția 3	Total
Parametrii mișcărilor oculare	<i>M (AS)</i>	<i>M (AS)</i>	<i>M (AS)</i>	<i>M (AS)</i>	<i>M (AS)</i>	<i>M (AS)</i>	<i>M (AS)</i>	<i>M (AS)</i>
<i>Numărul fixațiilor</i>								
Trăsături de suprafață	72.69 (37.86)	62.85 (31.27)	57.77 (35.16)	64.44 (25.31)	67.67 (30.89)	66.42 (33.24)	45.50 (31.12)	59.86 (24.87)
Trăsături structurale	66.00 (63.99)	52.50 (49.25)	48.83 (49.99)	55.78 (42.50)	41.92 (46.18)	51.77 (62.72)	39.08 (45.99)	44.26 (46.01)
<i>Durata fixațiilor</i>								
Trăsături de suprafață	19959.15 (12565.13)	16512.39 (9714.19)	14564.39 (11020.8)	17011.97 (8507.53)	19613.08 (14207.78)	20000.17 (13610.12)	12594.83 (10117.94)	17402.69 (10649.75)
Trăsături structurale	15488.33 (16192.85)	12719.42 (13160.60)	11955.58 (12665.70)	13387.78 (10861.32)	10686.08 (10775.31)	13498.31 (18070.30)	9582.77 (10809.41)	11255.72 (10938.00)
<i>Durata medie a fixațiilor</i>								
Trăsături de suprafață	1086.88 (157.90)	1089.97 (142.52)	1005.63 (197.03)	1060.83 (131.64)	982.26 (238.03)	1103.63 (301.66)	1096.02 (350.80)	1060.64 (282.86)
Trăsături structurale	783.48 (214.60)	828.05 (246.98)	808.98 (205.09)	806.83 (216.28)	835.63 (99.71)	945.93 (285.76)	993.37 (304.21)	924.98 (216.92)

Protocoalele verbale

Data fiind distribuția datelor din protocoalele verbale (număr inegal de categorii sau subcategorii elaborate), pentru analizele următoare am recurs la metode neparametrice. Mai specific, pentru analiza efectului pe care nivelul de expertiză al subiecților îl are asupra (sub)categoriilor elaborate în protocolul gândirii cu voce tare, respectiv în cadrul raportării retrospective bazată pe amorse, s-a utilizat testul U Mann-Whitney pentru eșantioane independente. Mediile și abaterile standard ale principalelor categorii și subcategorii din protocoalele verbale sunt prezentate în Tabelul 13.

Compararea celor două grupuri de subiecți cu ajutorul testului U Mann-Whitney din perspectiva categoriilor și subcategoriilor elaborate în cele două protocoale verbale (vezi Tabel 13) a dus la obținerea unor diferențe semnificative doar pentru câteva dintre aceste sub(categorii). Subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare au elaborat, în protocolul gândirii cu voce tare, semnificativ mai puține afirmații referitoare la categoria „compararea sarcinilor de învățare pe baza trăsăturilor de suprafață” (subcategoria „în cadrul unei selecții”) față de subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare, $U = 28.00$, $p < .01$. În plus, tot în protocolul gândirii cu voce tare, subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare au prezentat un număr mai mare de relatări verbale referitoare la categoria “compararea sarcinilor de învățare pe baza trăsăturilor structurale” față de subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare, $U = 3.50$, $p < .05$.

În raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse, subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare au înregistrat o descreștere periferic semnificativă a relatărilor verbale referitoare la categoria „compararea sarcinilor de învățare pe baza trăsăturilor de suprafață”, $U = 50.50$, $p = .080$, însă au înregistrat o creștere periferic semnificativă a relatărilor verbale referitoare la categoria „descrieri ale sarcinilor de învățare pe baza trăsăturilor structurale”, $U = .0$, $p = .076$, comparativ cu subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare.

Pentru numărul total de relatări verbale referitoare la categoria „compararea sarcinilor de învățare pe baza trăsăturilor de suprafață” (din ambele protocoale verbale), s-a evidențiat un efect periferic semnificativ al nivelului de expertiză, $U = 46.50$, $p = .05$, în favoarea subiecților cu un nivel de scăzut de cunoștințe anterioare.

După cum se poate observa și în Tabelul 14, majoritatea parametrilor relaționați cu mișcările oculare (numărul și durata fixațiilor oculare) sunt pozitiv corelate cu categoriile din protocoalele verbale referitoare la trăsăturile de suprafață și la cele structurale ale sarcinilor.

Tabelul 13. Mediile (*M*) și abaterile standard (*AS*) ale principalelor (sub)categorii din protocoalele verbale ca efect al nivelului de expertiză

Principalele sub(categorii)	Subiecți cu nivel sporit de cunoștințe			Subiecți cu nivel scăzut de cunoștințe		
	TA ^a	CR ^b	Total ^c	TA ^a	CR ^b	Total ^c
	<i>M</i> (<i>AS</i>)	<i>M</i> (<i>AS</i>)	<i>M</i> (<i>AS</i>)	<i>M</i> (<i>AS</i>)	<i>M</i> (<i>AS</i>)	<i>M</i> (<i>AS</i>)
<i>Citirea sarcinilor</i>						
Trăsături de suprafață	13.85 (6.47)	15.77 (7.87)	29.54 (12.41)	9.77 (5.28)	18.23 (8.97)	28.00 (13.50)
Trăsături structurale	6.08 (3.85)	11.23 (10.38)	16.85 (13.51)	7.33 (4.80)	10.91 (6.38)	16.91 (10.56)
<i>Luarea deciziilor</i>						
Trăsături de suprafață	4.08 (3.15)	6.62 (3.88)	10.38 (6.80)	4.00 (2.35)	7.54 (3.62)	11.54 (4.98)
Trăsături structurale	2.43 (1.62)	2.91 (2.02)	4.08 (3.48)	1.80 (.84)	2.50 (1.52)	3.43 (2.51)
<i>Compararea sarcinilor</i>						
Trăsături de suprafață	2.67 (2.27)	7.00 (4.04)	9.46 (5.88)	3.69 (2.02)	10.54 (4.93)	14.23 (6.22)
Trăsături structurale	3.83 (3.71)	6.75 (6.18)	8.00 (8.90)	3.33 (3.27)	6.73 (7.09)	7.83 (9.54)
<i>Descrieri ale sarcinilor</i>						
Trăsături de suprafață	3.50 (2.59)	6.82 (5.51)	8.00 (7.52)	3.63 (3.74)	4.64 (6.31)	6.67 (9.01)
Trăsături structurale	3.33 (1.75)	3.71 (3.64)	5.75 (4.62)	2.17 (1.47)	2.40 (1.14)	3.57 (2.30)

^a TA – protocolul gândirii cu voce tare (i.e., raportarea verbală concomitentă);

^b CR – raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse;

^c categorii agregate pentru cele două protocoale verbale: TA și CR.

Tabelul 14. Corelațiile dintre parametrii relaționați cu mișcările oculare și categoriile agregate din cele două protocoale verbale referitoare la trăsăturile de suprafață și la cele structurale ale sarcinilor

Parametrii mișcărilor oculare	Categoriile agregate ale celor două protocoale verbale					
	TA suprafață	CR suprafață	Total suprafață	TA structurale	CR structurale	Total structurale
<i>Numărul fixațiilor</i>						
Trăsăturile de suprafață	.44*	.47*	.49*	-.02	.17	.09
Trăsăturile structurale	.15	.34	.29	.69**	.72**	.74**
<i>Durata fixațiilor</i>						
Trăsăturile de suprafață	.41*	.45*	.46*	-.13	.05	-.02
Trăsăturile structurale	.16	.32	.28	.65**	.66**	.69**
<i>Durata medie a fixațiilor</i>						
Trăsăturile de suprafață	.25	.19	.23	-.64**	-.32	-.42
Trăsăturile structurale	-.74	-.38	-.55	-.35	-.31	-.32

Notă: * $p < .05$; ** $p < .01$; Legendă: suprafață = categorii referitoare la trăsături de suprafață ale sarcinilor, structurale = categorii referitoare la trăsăturile structurale ale sarcinilor; TA = protocolul gândirii cu voce tare; CR = raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse.

Discuții

Nivelul de expertiză al subiecților nu a afectat nici numărul sau durata fixațiilor oculare, nici durata medie a fixațiilor oculare asupra trăsăturilor de suprafață, respectiv asupra trăsăturilor structurale ale sarcinilor. O posibilă explicație pentru lipsa diferențelor dintre cele două grupuri de subiecți în termeni de frecvență și durată a fixațiilor oculare asupra trăsăturilor specifice ale sarcinilor poate fi relaționată cu semnificația pe care acești parametri o au în funcție de nivelul de expertiză al subiecților. Mai exact, în cazul subiecților cu un nivel sporit de cunoștințe o durată mai mare a fixațiilor oculare asupra trăsăturilor sarcinilor poate indica implicarea activă în procesul de învățare, în timp ce în cazul subiecților cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare, aceasta poate sugera o procesare inefficientă a materialelor prezentate (Schwonke, Berthold, & Renkel, 2009).

Chiar dacă nu s-au înregistrat efecte semnificative ale nivelului de expertiză al subiecților asupra patternului mișcărilor oculare, rezultatele au indicat diferențe în ceea ce privește comportamentul vizual al subiecților în cele trei selecții. Astfel, numărul și durata fixațiilor oculare asupra trăsăturilor de suprafață ale sarcinilor au fost semnificativ mai scăzute în cadrul celei de-a treia selecții comparativ cu prima selecție și chiar cu cea de-a doua selecție. Acest pattern nu a fost evidențiat și în cazul numărului de fixații oculare asupra trăsăturilor structurale ale sarcinilor de învățare. În mod evident, expunerea participanților la mai multe sarcini cu o structură similară determină o descreștere a focalizării atenției pe aspectele irelevante ale sarcinilor, dar nu și o creștere corespunzătoare a focusului atențional pe aspectele relevante pentru sarcină.

În schimb, efectul nivelului de expertiză al subiecților s-a dovedit a fi semnificativ pentru numărul de relatări verbale referitoare la trăsăturile structurale ale sarcinilor de învățare. Astfel, subiecții cu nivel sporit de cunoștințe anterioare au comparat și descris sarcinile de învățare mai frecvent în termeni de trăsături structurale (evaluând aceste trăsături ca fiind interesante sau neinteresante) și mai puțin în termeni de trăsături de suprafață. Pe de altă parte, subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare au utilizat preponderent trăsăturile de suprafață pentru a compara sarcinile prezentate. Ca urmare, în timp ce subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare au selectat sarcinile pe baza comparațiilor dintre trăsăturile structurale, cei cu nivel scăzut de cunoștințe anterioare și-au bazat selecțiile pe compararea trăsăturilor de suprafață ale sarcinilor.

În final, după cum sugerează datele, procesarea trăsăturilor de suprafață ale sarcinilor este corelată pozitiv cu numărul afirmațiilor referitoare la trăsăturile de suprafață, în timp ce procesarea trăsăturilor structurale ale sarcinilor este relaționată cu numărul relatărilor referitoare la trăsăturile structurale. Cu alte cuvinte, sporirea timpului de procesare a trăsăturilor specifice sarcinii, fie ele irelevante sau relevante, este relaționată cu creșterea numărului de relatări verbale referitoare la trăsăturile de suprafață, respectiv la cele structurale ale sarcinilor.

Capitolul 7

EFECTELE TIPULUI DE CONTROL INSTRUCȚIONAL INTERN VS. CONTROL INSTRUCȚIONAL EXTERN (ADAPTIV ȘI NONADAPTIV) ASUPRA MOTIVAȚIEI UNOR SUBIEȚI CU NIVELURI DIFERITE DE EXPERTIZĂ

7.1 Studiul 1

Paas și Van Merriënboer (1994a) au demonstrat că metodele instrucționale implementate în cadrul unor medii computerizate complexe nu au efect semnificativ asupra optimizării încărcării cognitive relevantă pentru învățare, dacă utilizatorii nu sunt motivați sau nu investesc un efort mental susținut pentru a procesa materialele prezentate. Cu toate acestea, problematica motivației a fost ignorată vreme îndelungată în domeniul proiectării mediilor educaționale computerizate, aspectele motivaționale nefiind considerate relevante din perspectiva designului instrucțional sau a teoriilor învățării (Keller, 1983; Paas, Tuovinen, Van Merriënboer, & Darab, 2005).

În ultimii ani însă, cercetătorii din domeniul *teoriei încărcării cognitive* au început să acorde mai mult interes modului în care diferitele metode instrucționale pot influența motivația subiecților și identificării strategiilor utile în captarea și menținerea atenției subiecților asupra materialelor instrucționale prezentate. În acest sens, Paas și colaboratorii (2005) au indicat că performanța obținută și efortul mental investit de subiecți „includ” atât componente cognitive, cât și componente motivaționale. Cu alte cuvinte, cu cât motivația subiecților este mai mare, cu atât încărcarea cognitivă relevantă pentru învățare este mai mare, fapt care se reflectă în creșterea performanței. Dintre variabilele motivaționale cu impact pozitiv asupra încărcării cognitive relevantă pentru învățare s-au remarcat *competența percepută sau autoeficacitatea, interesul manifestat față de sarcini, valoarea sarcinilor rezolvate, motivația intrinsecă* a subiecților (Pintrich & Schrauben, 1992).

În plus, Pintrich (2003) a atras atenția asupra faptului că decelarea patternurilor de interacțiune dintre nivelul de expertiză al subiecților și „dinamica” motivației acestora poate avea implicații importante pentru designul instrucțional, mai ales pentru proiectarea unor medii computerizate care să sporească și să mențină motivația subiecților.

Scop și ipoteze

Pornind de la motivele expuse anterior, scopul acestei investigații a fost acela de examina influența pe care tipul de control instrucțional îl are asupra motivației unor subiecți cu niveluri diferite de expertiză. În plus, ne-a interesat dacă putem pune în evidență existența unor relații între componentele motivaționale vehiculate de cele trei teorii social-cognitive ale motivației descrise în lucrarea de față: *teoria autodeterminării* (Deci & Ryan, 1985; Ryan & Deci, 2000), *modelul expectanțe-valori* (Pintrich, 1988a, 1988b, 1989) și *modelul designului motivațional ARCS* (acronim pentru patru factori motivaționali: atenție, relevanță, încredere/certitudine și satisfacție; Keller, 1987a,b,c), precum și între aceste constructe motivaționale și performanța obținută de subiecți, efortul mental investit, respectiv persistența în sarcini (operaționalizată prin timpul petrecut de subiecți în sarcini).

Întrucât studiile anterioare au indicat prezența unor efecte pozitive ale controlului utilizatorilor asupra instruirii în ceea ce privește atitudinea pozitivă față de învățare (Morrison, Ross, & Baldwin, 1992), implicarea crescută în rezolvarea sarcinilor (Fisher, Blackwell, Garcia, & Green, 1975) și sporirea sentimentului de autoeficacitate și autodeterminare, ca urmare a faptului că acest tip de control instrucțional permite adaptarea instruirii la nevoile și preferințele personale (Hannafin & Sullivan, 1996; Kinzie, 1990; Schnackenberg & Sullivan, 2000), precizem că instruirea controlată total, dar și cea controlată parțial de utilizatori va influența pozitiv motivația subiecților incluși în studiul de față.

Mai mult, ne așteptăm ca subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare (studenții din anul I și II) să fie mai „capabili” să recunoască relevanța materialului instrucțional furnizat decât subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare (liceenii), ceea ce foarte probabil va influența pozitiv motivația acestora.

În ceea ce privește relația dintre motivația subiecților și performanța obținută, persistența în sarcini și efortul mental investit, am prezis că subiecții mai motivați vor obține o performanță superioară atât în faza de training, cât și în cea de testare, vor petrece un timp semnificativ mai îndelungat în rezolvarea sarcinilor de învățare (persistență în sarcini) și vor resimți o încărcare cognitivă instrinsecă mai scăzută (investesc mai puțin efort mental).

Metodă

Participanți

La studiu au participat 269 de subiecți, 99 elevi în clasa a IX-a, 117 studenți din anul I și 53 studenți din anul II. De menționat că au participat aceiași subiecți ca și în studiul 5.1, caracteristicile acestora fiind descrise pe larg în acel studiu.

Materiale și Procedură

Mediul educațional computerizat. Mediul educațional computerizat utilizat în acest studiu și materialele instrucționale din baza de date MySQL au fost asemănătoare celor descrise în studiul 5.1.

Chestionare de evaluare a motivației. După faza de training, participanții au completat trei chestionare, respectiv Inventarul Motivației Intrinseci (IMI; Deci, Eghrari, Patrick, & Leone, 1994), Inventarul Motivației susținută de Mediile Educaționale (Instructional Materials Motivation Survey – IMMS; Keller, 1983a; Margueratt, 2007) și Chestionarul Strategiilor Motivaționale pentru Învățare (The Motivated Strategies for Learning Questionnaires – MSLQ; Garcia & Pintrich, 1994).

Inventarul Motivației Intrinseci (IMI) este un instrument multidimensional, elaborat pe baza teoriei evaluării cognitive (Deci & Ryan, 1985), care permite evaluarea *motivației intrinseci* a subiecților (văzută ca o rezultată a mai multor dimensiuni: interes/plăcere, competență percepută, valoare/utilitate, efort, tensiune percepută, percepție asupra posibilităților de alegere).

În acest studiu, am utilizat o versiune adaptată a chestionarului, care păstrează doar cinci din cele șapte scale originale (am exclus scalele: *Tensiune percepută* și *Apartenență*) și conține o nouă scală numită *Comportament motivat intrinsec*, pentru a evalua tendința „autoraportată” a subiecților de a avea un comportament intrinsec motivat în cadrul unui mediu educațional computerizat (Martens, Gulikers, & Bastiaens, 2004). De reținut că Markland și Hardy (1997), citându-i pe McAuley, Duncan și Tammen (1989), au argumentat că includerea sau excluderea unui factor motivațional în acest chestionar nu influențează negativ caracteristicile psihometrice ale factorilor rămași. În plus, acești autori au afirmat că subscalele chestionarului pot fi „scurtate” prin eliminarea unor itemi redundanți fără a fi compromisă validitatea. În fine, s-a argumentat că itemii subscalelor din acest chestionar pot fi modificați pentru a „reflecta” motivația intrinsecă a subiecților în cadrul unor activități specifice.

În concluzie, versiunea adaptată a Inventarului Motivației Intrinseci, folosită în studiul de față, cuprinde șase scale, respectiv: *Interes* (7 itemi), *Efort* (5 itemi), *Competență percepută* (6 itemi), *Percepție asupra posibilităților de alegere* (7 itemi), *Utilitate* (7 itemi) și *Comportament motivat intrinsec* (11 itemi). Valorile α Cronbach pentru scalele anterior menționate sunt în ordine: .91, .68, .84, .90, .93, .78. Pentru fiecare item răspunsul este acordat pe baza unei scale Likert cu 7 trepte, care subîntinde variante de răspuns de la „deloc adevărat” la „foarte adevărat”.

Chestionarul Strategiilor Motivaționale pentru Învățare (MSLQ) este un instrument elaborat de Garcia și Pintrich (1994) ce permite evaluarea „orientărilor” motivaționale ale

subiecților și a strategiilor de învățare utilizate. Modelul teoretic propus de Garcia și Pintrich (1996) postulează că motivația și strategiile de învățare ale subiecților sunt contextualizate sau specifice situației, ca urmare, dimensiunile motivaționale MSLQ nu au fost operaționalizate la nivel general. Mai exact, itemii chestionarului nu au vizat toate sarcinile sau situațiile cu care un subiect se poate confrunta în procesul de învățare (de ex., învățarea pentru un test, înțelegerea a ceea ce citește, etc.), ci au vizat situații de învățare specifice.

Dimensiunea *motivație* conține 6 scale (corespunzătoare celor trei constructe motivaționale propuse de *modelul expectanțe-valori*, respectiv expectanță, valoare și afecte; Pintrich, 1988a,b) și anume: *Autoeficacitate*, *Credințe referitoare la control* (componenta expectanță), *Orientare pe scopuri intrinseci*, *Orientare pe scopuri extrinseci*, *Credințe despre valoarea sarcinilor* (componenta valoare) și *Anxietate de evaluare* (componenta afectivă).

În versiunea utilizată de noi, au fost păstrate scalele: *Autoeficacitate* (8 itemi) și *Credințe referitoare la control* (4 itemi). Valoarea coeficientului de consistență internă, α Cronbach, pentru scala *Autoeficacitate* a fost .93, iar pentru scala *Credințe referitoare la control* a fost .62. De menționat că în acest chestionar, subiecții au acordat răspunsurile pe baza unei scalei Likert în 7 puncte, unde 1 este „deloc adevărat”, iar 7 este „foarte adevărat”.

În fine, participanții au completat și *Inventarul Motivației susținută de Mediile Educaționale* (Instructional Materials Motivation Survey – IMMS; Keller, 1983a; vezi și Margueratt, 2007). Acest instrument a fost elaborat de Keller (1983a) pe baza modelului ARCS și permite o evaluare contextualizată a reacțiilor motivaționale pe care subiecții le au față de materiale instructive prezentate în termeni de atenție, relevanță, încredere și satisfacție. IMMS este compus din 36 de itemi, grupați în patru scale: *Atenție* (12 itemi), *Încredere* (9 itemi), *Relevanță* (9 itemi), *Satisfacție* (6 itemi). Pentru fiecare item, răspunsul este acordat pe baza unei scale Likert cu 5 trepte, care subîntinde variante de răspuns de la „întotdeauna fals” (1) la „întotdeauna adevărat” (7). Analiza fidelității pentru scalele IMMS în ordinea menționată anterior a indicat următoarele valori α Cronbach: .87, .78, .83 și .86).

Rezultate

În scopul analizării datelor s-a recurs la analiza de varianță (ANOVA) având ca variabile independente intersubiecți *baza de cunoștințe anterioare* a subiecților (subiecți cu nivel sporit de cunoștințe anterioare vs. nivel scăzut de cunoștințe anterioare) și *tipul de control instructiv* (instruire fixă, controlată de program; instruire controlată total de utilizatori; instruire controlată parțial de utilizatori și instruire personalizată cu ajutorul programului).

Mediile și abaterile standard ale scalelor din cele trei chestionare de evaluare a motivației sunt prezentate în Tabelul 15 și Tabelul 16.

ANOVA nu a relevat un efect semnificativ al tipului de control instructiv sau al interacțiunii tip de control instructiv x bază de cunoștințe anterioare pentru niciuna dintre scalele celor trei chestionare.

În schimb, ANOVA a relevat un efect semnificativ al bazei de cunoștințe a utilizatorilor asupra tuturor scalelor: *interes*, $F(2, 257) = 102.91$, $MSE = 1.20$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .45$; *competență percepută*, $F(2, 257) = 21.34$, $MSE = 1.27$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .14$; *efort*, $F(2, 257) = 18.47$, $MSE = 1.16$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .13$; *percepție asupra posibilităților de alegere*, $F(2, 257) = 206.23$, $MSE = 8.60$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .62$; *utilitate*, $F(2, 257) = 65.90$, $MSE = 1.47$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .34$, *comportament motivat instrinsec*, $F(2, 257) = 46.21$, $MSE = .68$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .27$, *autoeficacitate*, $F(2, 257) = 43.91$, $MSE = 1.47$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .26$, și *credințe referitoare la control*, $F(2, 257) = 25.32$, $MSE = 1.21$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .17$, *atenție*, $F(2, 257) = 71.07$, $MSE = .38$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .36$; *încredere*, $F(2, 257) = 56.28$, $MSE = .36$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .31$; *relevanță*, $F(2, 257) = 57.59$, $MSE = .40$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .31$ și *satisfacție*, $F(2, 257) = 25.42$, $MSE = .68$, $p < .0001$, $\eta_p^2 = .17$.

Analizele a priori au relevat că studenții din anul I manifestă mai mult interes, $t(257) = 13.25, p < .0001$, se percep ca fiind mai competenți, $t(257) = 5.59, p < .0001$, depun mai mult efort, $t(257) = 5.59, p < .0001$, percep într-o mai mare măsură că programul le oferă opțiuni de alegere, $t(257) = 19.28, p < .0001$, apreciază într-o măsură mai mare valoarea programului, $t(257) = 11.23, p < .0001$ și dau dovadă într-o măsură mai mare de comportament motivat intrinsec, $t(257) = 8.73, p < .0001$ comparativ cu liceenii. De asemenea, studenții din anul II manifestă mai mult interes, $t(257) = 5.96, p < .0001$, se percep ca fiind mai competenți, $t(257) = 3.71, p < .0001$, depun mai mult efort, $t(257) = 2.57, p < .05$, percep într-o mai mare măsură că programul le oferă opțiuni de alegere, $t(257) = 6.93, p < .0001$, apreciază într-o măsură mai mare valoarea programului, $t(257) = 2.71, p < .01$ și dau dovadă într-o măsură mai mare de comportament motivat intrinsec, $t(257) = 4.28, p < .0001$ comparativ cu liceenii și studenții din anul I.

În plus, studenții din anul I se percep ca fiind mai competenți sau având o eficacitate mai sporită, $t(257) = 8.60, p < .0001$, respectiv se percep ca având un control sporit asupra învățării, $t(257) = 6.53, p < .0001$ comparativ cu liceenii. În fine, studenții din anul I indică valori mai sporite ale atenției, $t(257) = 11.38, p < .0001$; încrederii, $t(257) = 10.12, p < .0001$; relevanței, $t(257) = 10.70, p < .0001$ și satisfacției, $t(257) = 6.85, p < .0001$ comparativ cu liceenii. Același pattern de rezultate este valabil și pentru studenții din anul II comparativ cu cei din anul I și cu elevii de liceu.

Corelații

În Tabelul 17 sunt prezentate corelațiile dintre scorurile obținute la scalele IMI și scorurile obținute la scalele IMMS și MSLQ. După cum se observă, dimensiunile fiecărui chestionar în parte corelează pozitiv și semnificativ între ele, indicând faptul că relațiile dintre aceste dimensiuni sunt în direcția prezisă de teorie.

Dacă examinăm relația dintre diferitele constructe motivaționale evaluate (scalele IMI, IMMS și MSLQ) și performanța obținută, timpul petrecut în sarcini și efortul mental investit de subiecți în faza de training și în cea de testare, se observă corelații pozitive semnificative între toate dimensiunile motivației și performanța obținută de subiecți în faza de training, de posttest și transfer distal, precum și între toate dimensiunile motivaționale și timpul petrecut în cele trei faze ale experimentului (vezi Tabelul 18). Deci, cu cât subiecții sunt mai interesați, se percep ca fiind mai competenți, percep mediul educațional ca fiind mai util/relevant și oferind posibilități de alegere, cu atât performanța obținută de aceștia este mai mare, iar timpul petrecut în sarcini este mai îndelungat (persistență în sarcini). În ceea ce privește efortul mental investit de subiecți, se observă corelații negative semnificative între toate dimensiunile motivaționale și efortul mental investit în faza de training și în cea de testare. Astfel, cu cât subiecții sunt mai motivați, cu atât efortul mental investit în sarcini este mai scăzut (resimt o încărcare cognitivă mai scăzută).

Tabelul 15. Rezultatele obținute la scalele Inventarului Motivației Intrinseci (IMI)

	Tipul de control instrucțional							
	Instruire fixă controlată de program		Instruire controlată total de utilizatori		Instruire controlată parțial de utilizatori		Instruire personalizată cu ajutorul programului	
<i>Variabile dependente</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>
Interes	4.30	1.40	4.69	1.30	4.47	1.63	4.31	1.48
Efort	4.40	1.34	4.09	1.13	4.29	1.15	4.36	1.13
Competență percepută	3.74	1.11	3.89	1.37	3.93	1.24	3.70	1.05
Valoare	4.77	1.39	5.05	1.45	5.08	1.54	4.83	1.54
Percepție asupra posib. de alegere	5.47	1.44	5.57	1.36	5.28	1.66	5.41	1.45
Motivație intrinsecă	4.23	.92	4.25	.97	4.44	.91	4.30	1.01
Baza de cunoștințe anterioare								
	Liceeni		Studenti an I		Studenti an II			
<i>Variabile dependente</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>
Interes	3.19	1.18	5.18	1.13	5.19	.88		
Efort	3.76	1.09	4.58	1.15	4.59	.83		
Competență percepută	3.24	1.07	4.09	1.20	4.30	1.00		
Valoare	3.85	1.35	5.71	1.15	5.25	1.11		
Percepție asupra posib. de alegere	3.94	1.24	6.38	.66	6.13	.76		
Motivație intrinsecă	3.67	.80	4.66	.82	4.71	.85		

Tabelul 16. Rezultatele obținute la scalele IMMS și MSQL

Tipul de control instrucțional									
	Instruire fixă controlată de program		Instruire controlată total de utilizatori		Instruire controlată parțial de utilizatori		Instruire personalizată cu ajutorul programului		
<i>Variabile dependente</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	
Atenție	3.40	.71	3.57	.80	3.54	.78	3.40	.74	
Încredere	3.33	.67	3.51	.80	3.50	.70	3.38	.66	
Relevanță	3.36	.74	3.45	.76	3.46	.74	3.45	.76	
Satisfacție	3.16	.84	3.27	.89	3.34	.90	3.28	.94	
Autoeficacitate	4.29	1.41	4.53	1.41	4.64	1.37	4.35	1.39	
Credințe referitoare la control	4.67	1.16	4.94	1.23	5.07	1.15	5.09	1.18	
Baza de cunoștințe anterioare									
	Liceeni		Studenți an I		Studenți an II				
<i>Variabile dependente</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	
Atenție	2.90	.58	3.86	.64	3.74	.62	3.74	.62	
Încredere	2.93	.57	3.75	.62	3.68	.60	3.68	.60	
Relevanță	2.92	.66	3.84	.61	3.50	.60	3.50	.60	
Satisfacție	2.80	.89	3.57	.76	3.46	.79	3.46	.79	
Autoeficacitate	3.55	1.26	4.97	1.22	5.02	1.09	5.02	1.09	
Credințe referitoare la control	4.32	1.29	5.30	.93	5.33	1.01	5.33	1.01	61

Tabelul 17. Corelațiile dintre constructele motivaționale evaluate cu ajutorul IMI, IMMS și MSLQ

	<i>IMIint</i>	<i>IMI Comp</i>	<i>IMIfef</i>	<i>IMI aleg</i>	<i>IMI util</i>	<i>IMI intri</i>	<i>IMMS aten</i>	<i>IMMS încre</i>	<i>IMMS rel</i>	<i>IMMS Satisf</i>	<i>MSLQ autoef</i>	<i>MSLQ cont</i>
<i>IMIint</i>	1	.57**	.54**	.71**	.81**	.70**	.75**	.65**	.67**	.65**	.61**	.41**
<i>IMIconp</i>	.57**	1	.44**	.44**	.47**	.58**	.45**	.65**	.44**	.53**	.68**	.25**
<i>IMIfef</i>	.54**	.44**	1	.44**	.51**	.54**	.47**	.37**	.47**	.45**	.39**	.22**
<i>IMIaleg</i>	.71**	.44**	.44**	1	.64**	.57**	.65**	.60**	.56**	.50**	.52**	.37**
<i>IMIutil</i>	.81**	.47**	.51**	.64**	1	.72**	.67**	.57**	.68**	.60**	.57**	.51**
<i>IMIntri</i>	.70**	.58**	.54**	.57**	.72**	1	.66**	.62**	.67**	.68**	.63**	.44**
<i>IMMSaten</i>	.75**	.45**	.47**	.65**	.67**	.66**	1	.73**	.78**	.78**	.48**	.32**
<i>IMMSîncre</i>	.65**	.65**	.37**	.60**	.57**	.63**	.73**	1	.68**	.71**	.63**	.34**
<i>IMMSrel</i>	.67**	.44**	.47**	.56**	.68**	.67**	.78**	.68**	1	.80**	.54**	.44**
<i>IMMSsatisf</i>	.65**	.53**	.45**	.50**	.60**	.68**	.78**	.70**	.80**	1	.56**	.38**
<i>MSLQautoef</i>	.61**	.68**	.39**	.52**	.57**	.63**	.48**	.62**	.54**	.56**	1	.62**
<i>MSLQcont</i>	.41**	.25**	.22**	.37**	.51**	.44**	.32**	.34**	.44**	.38**	.62**	1

Notă: * $p < .05$; ** $p < .01$; Legendă: IMIint = IMI scala Interes; IMIconp = IMI scala Competență percepută; IMIfef = IMI scala Efort; IMIaleg = IMI scala Percepția asupra posibilității de alege; IMIutil = IMI scala Utilitate; IMIntri = IMI scala Comportament motivat intrinsec; IMMSaten = IMMS scala Atenție; IMMSîncre = IMMS scala Încredere; IMMSrel = IMMS scala Relevanță; IMMSsatisf = IMMS scala Satisfacție; MSLQautoef = MSLQ scala Autoeficacitate; MSLQcont = MSLQ scala Credențe referitoare la control.

Tabelul 18. Corelațiile dintre constructele motivaționale evaluate cu ajutorul IMI, IMMS și MSLQ și performanța obținută, timpul petrecut și efortul mental investit în faza de training și cea de testare

	<i>Ptrain</i>	<i>Ppost</i>	<i>Ptrans</i>	<i>Ttrain</i>	<i>Tpost</i>	<i>Ttrans</i>	<i>MEtrain</i>	<i>MMEpost</i>	<i>MEtrans</i>
<i>IMLint</i>	.31**	.32**	.46**	.40**	.52**	.54**	-.52**	-.43**	-.31**
<i>IMIcomp</i>	.48**	.46**	.49**	.26**	.38**	.43**	-.59**	.50**	-.39**
<i>IMIef</i>	.26**	.22**	.30**	.34**	.29**	.34**	-.27**	-.22**	-.18**
<i>IMIaleg</i>	.38**	.39**	.60**	.47**	.57**	.66**	-.50**	-.47**	-.28**
<i>IMIutil</i>	.22**	.23**	.36**	.34**	.46**	.46**	-.44**	-.36**	-.19**
<i>IMIintri</i>	.30**	.28**	.45**	.36**	.49**	.50**	-.43**	-.43**	-.30**
<i>IMMSaten</i>	.26**	.20**	.38**	.40**	.50**	.50**	-.41**	-.40**	-.24**
<i>IMMSîncre</i>	.41**	.39**	.47**	.38**	.51**	.52**	-.55**	-.52**	-.32**
<i>IMMSrel</i>	.19**	.15*	.36**	.34**	.42**	.44**	-.38**	-.37**	-.22**
<i>IMMSatisf</i>	.25**	.13*	.27**	.30**	.35**	.34**	-.40**	-.36**	-.23**
<i>MSLQautoef</i>	.46**	.42**	.48**	.36**	.42**	.47**	-.62**	-.59**	-.41**
<i>MSLQcont</i>	.22**	.16**	.28**	.22**	.32**	.32**	-.30**	-.35**	-.20**

Notă: * $p < .05$; ** $p < .01$; Legendă: IMLint = IMI scala Interes; IMIcomp = IMI scala Competență percepută; IMIef = IMI scala Efort; IMIaleg = IMI scala Percepția asupra posibilității de alegere; IMIutil = IMI scala Utilitate; IMIintri = IMI scala Comportament motivat intrinsec; IMMSaten = IMMS scala Atenție; IMMSîncre = IMMS scala Încredere; IMMSrel = IMMS scala Relevanță; IMMSatisf = IMMS scala Satisfacție; MSLQautoef = MSLQ scala Autoeficacitate; MSLQcont = MSLQ scala Credințe referitoare la control.

7.2 Studiul 2

Scop și ipoteze

Studiul de față reprezintă o replicare a studiului anterior în scopul verificării predicțiilor referitoare la influența pe care tipul de control instrucțional o are asupra motivației odată cu creșterea nivelului de expertiză al utilizatorilor. În plus, ne-a interesat dacă putem pune în evidență aceleași caracteristici ale constructelor motivaționale raportate în literatură, care apar odată cu vârsta sau cu creșterea nivelului de expertiză al subiecților.

Metodă

Participanți

La acest studiu au participat 25 de subiecți cu un nivel sporit de expertiză, doctoranzi de la Facultatea de Zootehnie și Biotehnologii (M vârstă = 26.88 ani, AS = 3.40; 12 fete și 13 băieți). Toți participanții au fost repartizați aleator în una dintre cele două condiții experimentale păstrate pentru acest studiu: instruire controlată total de utilizatori (n = 13) și instruire personalizată cu ajutorul programului computerizat (n = 12) (vezi și studiul 5.2).

Materiale și Procedură

Materialele și procedura au fost asemănătoare celor descrise în studiul 7.1.

Rezultate

Pentru analiza datelor s-a folosit testul t pentru eșantioane independente, iar pentru calcularea mărimii efectului am folosit indicatorul d a lui Cohen (Cohen, 1988). Pragul de semnificație statistică setat a fost .05.

Mediile și abaterile standard ale scalelor din cele trei chestionare de evaluare a motivației sunt prezentate în Tabelul 19.

Comparațiile dintre cele două condiții experimentale, în vederea analizării efectului pe care tipul de control instrucțional îl are asupra componentelor motivaționale manifestate de doctoranzi nu au pus în evidență nicio diferență semnificativă ($p > .05$).

Corelații

Corelațiile dintre scorurile obținute la scalele IMI și scorurile obținute la scalele MSLQ și IMMS sunt prezentate în Tabelul 20. După cum se observă, nu toate dimensiunile fiecărui chestionar în parte corelează semnificativ între ele. Lipsa unor corelații semnificative între scalele celor trei chestionare de evaluare a motivației poate fi un indicator, chiar dacă indirect, al separabilității mecanismelor care stau în spatele dimensiunilor motivaționale (sau o mai clară diferențiere a dimensiunilor motivaționale) în cazul subiecților cu un nivel sporit de expertiză.

După cum se observă în Tabelul 21, doar câteva dintre constructele motivaționale evaluate corelează pozitiv semnificativ cu performanța obținută și timpul petrecut de doctoranzi în faza de training și în cea de testare. Mai specific, competența percepută corelează pozitiv semnificativ cu performanța obținută de doctoranzi în faza de posttest, în timp ce încrederea și autoeficacitatea corelează pozitiv semnificativ cu timpul petrecut de doctoranzi în faza de transfer distal. În schimb, competența percepută corelează negativ semnificativ atât cu timpul petrecut în sarcini, cât și cu efortul mental investit în posttest, iar încrederea și autoeficacitatea corelează negativ semnificativ cu timpul petrecut în faza de training. Deci, cu cât doctoranzii se percep mai competenți, exprimă o mai mare încredere în succes și au un sentiment sporit de autoeficacitate, cu atât performanța lor la posttest este mai mare, iar timpul petrecut în training și posttest este mai scăzut, la fel și efortul mental investit în faza de posttest.

Tabelul 19. Rezultatele obținute la scalele IMI, IMMS și MSQL

	Tipul de control instrucțional			
	Instruire controlată total de utilizatori		Instruire personalizată cu ajutorul programului	
<i>Variabile dependente</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>	<i>M</i>	<i>AS</i>
Interes	4.73	.94	4.36	1.55
Efort	3.55	1.17	4.47	.67
Competență percepută	4.58	1.41	4.64	1.39
Valoare	4.21	1.32	4.44	1.66
Percepție asupra posib. de alegere	5.18	1.51	4.63	1.73
Motivație intrinsecă	4.39	.76	4.41	.58
Atenție	3.66	.62	3.35	.67
Încredere	3.63	.59	3.36	.63
Relevanță	3.31	.61	3.39	.85
Satisfacție	3.13	.81	3.10	.96
Autoeficacitate	5.55	.77	5.24	.94
Credințe referitoare la control	4.85	1.61	5.04	.86

Tabelul 20. Corelațiile dintre constructele motivaționale evaluate cu ajutorul IMI, IMMS și MSLQ

	<i>IMIint</i>	<i>IMIconp</i>	<i>IMIaleg</i>	<i>IMIutil</i>	<i>IMMSaten</i>	<i>IMMSîncre</i>	<i>IMMSrel</i>	<i>IMMSsatisf</i>	<i>MSLQautoef</i>	<i>MSLQcont</i>
<i>IMIint</i>	1	.29	.64**	.58**	.68**	.44*	.59**	.77**	.21	.12
<i>IMIconp</i>	.29	1	.24	-.04	.14	.48*	.33	.35	.60**	-.10
<i>IMIaleg</i>	.64**	.24	1	.59**	.57**	.53**	.55**	.67**	.29	.20
<i>IMIutil</i>	.58**	-.04	.59**	1	.48**	.38	.57**	.76**	.20	.34
<i>IMMSaten</i>	.68**	.14	.57**	.48**	1	.65**	.74**	.71**	.12	.29
<i>IMMSîncre</i>	.44**	.48**	.53**	.59**	.65**	1	.50*	.58**	.57**	.30
<i>IMMSrel</i>	.59**	.33	.55**	.57**	.74**	.50**	1	.82**	.20	.28
<i>IMMSsatisf</i>	.77**	.35	.67**	.76**	.71**	.58**	.82**	1	.28	.30
<i>MSLQautoef</i>	.21	.60**	.29	.20	.12	.57**	.20	.28	1	.30
<i>MSLQcont</i>	.12	-.10	.20	.34	.29	.30	.28	.30	.30	1

Notă: * $p < .05$; ** $p < .01$; Legendă: *IMIint* = IMI scala Interes; *IMIconp* = IMI scala Competență percepută; *IMIef* = IMI scala Efort; *IMIaleg* = IMI scala Percepția asupra posibilității de alegere; *IMIutil* = IMI scala Utilitate; *IMIintri* = IMI scala Comportament motivat intrinsec; *IMMSaten* = IMMS scala Atenție; *IMMSîncre* = IMMS scala Încredere; *IMMSrel* = IMMS scala Relevanță; *IMMSsatisf* = IMMS scala Satisfacție; *MSLQautoef* = MSLQ scala Autoeficacitate; *MSLQcont* = MSLQ scala Credințe referitoare la control.

Tabelul 21. Corelațiile dintre constructele motivaționale evaluate cu ajutorul IMI, IMMS și MSLQ și performanța obținută, timpul petrecut și efortul mental investit în faza de training și cea de testare

	<i>Ptrain</i>	<i>Ppost</i>	<i>Ptrans</i>	<i>Ttrain</i>	<i>Tpost</i>	<i>Ttrans</i>	<i>MEtrain</i>	<i>MEpost</i>	<i>MEtrans</i>
<i>IMIint</i>	.01	.06	.00	.07	-.01	.14	-.27	.05	.11
<i>IMIconp</i>	.33	.66**	.39	.01	.25	.36	-.32	-.52**	-.38
<i>IMIAleg</i>	-.31	.16	.12	-.30	.04	.16	-.09	-.17	-.17
<i>IMIutil</i>	-.30	-.25	-.23	-.19	-.32	-.07	.19	-.29	.12
<i>IMMSaten</i>	-.33	.06	.09	-.13	.18	.21	.07	-.14	-.23
<i>IMMSîncre</i>	-.11	.28	.31	-.40*	.13	.49*	-.24	-.40*	-.28
<i>IMMSrel</i>	-.21	.07	.19	.05	-.12	.20	.09	-.28	-.20
<i>IMMSsatisf</i>	-.06	.12	.12	.08	-.08	.14	.11	-.19	-.04
<i>MSLQautoef</i>	-.19	.37	.18	-.41*	.14	.54**	-.20	-.29	-.21
<i>MSLQcont</i>	-.17	-.16	-.21	-.12	-.05	.02	.10	.03	.16

Notă: * $p < .05$; ** $p < .01$; Legendă: IMIint = IMI scala Interes; IMIconp = IMI scala Competență percepută; IMIef = IMI scala Efort; IMIAleg = IMI scala Percepția asupra posibilității de alegere; IMIutil = IMI scala Utilitate; IMIintri = IMI scala Comportament motivat intrinsec; IMMSaten = IMMS scala Atenție; IMMSîncre = IMMS scala Încredere; IMMSrel = IMMS scala Relevanță; IMMSsatisf = IMMS scala Satisfacție; MSLQautoef = MSLQ scala Autoeficacitate; MSLQcont = MSLQ scala Credințe referitoare la control.

Discuții

Luată împreună, rezultatele celor două studii indică faptul că tipul de control instrucțional implementat în mediul computerizat nu influențează motivația subiecților, indiferent de nivelul de expertiză al acestora. Astfel, în niciunul dintre cele două studii, faptul că utilizatorilor li s-a permis să își controleze instruirea nu s-a dovedit a fi benefic pentru motivația acestora. Cu toate acestea, rezultatele obținute de noi sunt în concordanță cu cele ale altor studii focalizate pe efectele controlului instrucțional intern asupra motivației (vezi, Corbalan, Kester, & Van Merriënboer, 2009; Klein & Keller, 1990; Williams, 1996).

Lipsa unor diferențe semnificative între controlul instrucțional intern și cel extern în termeni de motivație, poate fi un indicator al contextului experimental, mai degrabă decât al unui context real (de ex., învățare la nivel de clasă). O altă explicație plauzibilă a lipsei de efect al tipului de control instrucțional intern asupra motivației utilizatorilor ar fi aceea că motivația este măsurată doar după un număr relativ mare de probleme rezolvate (un număr maxim de 20 de probleme). E foarte posibil ca aplicarea unor chestionare de evaluare a motivației după două sau trei probleme rezolvate de utilizatori să faciliteze o raportare mai acurată a acestui construct.

Ca sugestie interpretativă putem aminti și faptul că Klein și Keller (1990), citându-i pe Perlmutter și Monty (1977), au argumentat că instruirea controlată de utilizatori are efecte pozitive asupra motivației și performanței doar în cazul în care subiecții percep controlul oferit. Este posibil ca utilizatorii care au beneficiat de control asupra instruirii să nu fi perceput controlul oferit, întrucât el a fost „limitat” doar la selecția sarcinilor, odată problemele alese, pașii necesari a fi completați pentru aflarea soluției finale au fost aceiași ca și în cazul controlului extern (subiecții nu au putut „sări” anumiți pași în cadrul unui nivel de dificultate sau de suport).

În ceea ce privește efectul pe care baza de cunoștințe anterioare o are asupra motivației subiecților, rezultatele Studiului 1 au indicat existența unor diferențe semnificative între liceeni și studenți pentru toate scalele motivaționale.

Corelațiile pozitive dintre scalele IMI, MSLQ și IMMS susțin empiric asumțiile teoriilor social-cognitive ale motivației, conform cărora subiecții sunt autodeterminați atunci când există o congruență sporită între competența subiecților, controlul perceput, interesul manifestat față de sarcini și valoarea acordată sarcinilor. În contextul clarificării corelațiilor dintre diferitele dimensiuni motivaționale, Eccles și Wigfield (2002) au subliniat faptul că, deși constructele motivaționale diferă între ele din perspectivă teoretică, în situații de învățare acestea sunt puternic relaționate și, prin urmare, sunt greu de discriminat empiric.

De asemenea, patternul de rezultate obținut în Studiul 1 indică faptul că, independent de tipul de control instrucțional sau de baza de cunoștințe anterioare, subiecții mai motivați obțin o performanță mai bună în toate fazele experimentului, petrec mai mult timp în rezolvarea sarcinilor și investesc mai puțin efort mental (experimentează o încărcare cognitivă mai scăzută). Putem, deci, afirma că o performanță superioară la teste și o persistență sporită în sarcini se poate obține (de către participanții din Studiul 1) prin utilizarea unor „strategii” motivaționale diferite ce pot fi orientate pe competență, control, valoare, interes sau motivație intrinsecă.

Analiza rezultatelor din Studiul 2 indică însă faptul că nu toate corelațiile dintre constructele motivaționale evidențiate în cazul liceenilor și a studenților, se mențin la fel de puternice (sau în aceeași direcție) și în cazul doctoranzilor (subiecți cu un nivel sporit de expertiză). Patternul de rezultate obținut poate fi un indicator al faptului că, odată cu sporirea nivelului de expertiză al subiecților, dimensiunile motivaționale devin mai diferențiate, căpătând înțelesuri și semnificații mai complexe.

Și în ceea ce privește relația dintre constructele motivaționale și performanța obținută, respectiv persistența în sarcini a doctoranzilor, s-a observat un pattern diferit comparativ cu cel din Studiul 1. Mai exact, rezultatele indică prezența unor corelații pozitive semnificative

doar între competența percepută a doctoranzilor și performanța obținută în posttest, precum și între sentimentul de autoeficacitate, respectiv încrederea în succesul în sarcini și timpul petrecut în faza de transfer distal. De asemenea, s-a observat că între competența percepută, respectiv autoeficacitatea doctoranzilor și timpul petrecut de aceștia în training există corelații negative semnificative, ceea ce indică faptul că doctoranzii care se percep competenți sau au un sentiment al autoeficacității s-au petrecut mai puțin timp în rezolvarea problemelor din faza de training. Acest pattern de rezultate converge cu datele obținute în studiul 5.2, care au indicat că doctoranzii petrec semnificativ mai puțin timp în training comparativ cu studenții din anul II.

Capitolul 8

INVESTIGAREA DIFERENȚELOR INDIVIDUALE ÎN MODUL DE PERCEPERE A MEDIULUI EDUCAȚIONAL COMPUTERIZAT (A PATTERNURILOR DE ÎNVĂȚARE AUTOREGLATĂ) – STUDIU CALITATIV

Literatura de specialitate consacrată diferențelor individuale apărute în performanța academică a indicat că un rol definitoriu în obținerea de rezultate pozitive în învățare îl are capacitatea subiecților de a se implica în activități de autoreglare a proceselor cognitive, motivaționale și emoționale (Järvenoja & Järvelä, 2005). Subiecții ce au o capacitate sporită de autoreglare sunt conștienți nu doar de cerințele sau solicitările impuse de sarcini, ci și de propriile nevoi ceea ce facilitează emergența unor experiențe de învățare optime. Utilizarea unor strategii cognitive și metacognitive eficiente, monitorizarea progresului în procesul de învățare, managementul timpului și al factorilor din mediu reprezintă activități realizate în mod frecvent de subiecții cu o capacitate sporită de autoreglare în scopul atingerii obiectivelor propuse (Schunk, 1989; Weinstein & Mayer, 1986; Zimmerman, 1989).

Învățarea cu ajutorul unui mediu educațional computerizat complex solicită într-o mare măsură capacitatea subiecților de a-și regla procesul de învățare, aceștia fiind nevoiți să ia decizii despre ce trebuie să învețe, cum să învețe, cât timp să petreacă pentru studierea materialului prezentat, cum și când să acceseze alte materiale instrucționale (ex., glosar) și să determine dacă au înțeles sau nu materialul furnizat (Azevedo & Cromley, 2004). Mai specific, subiecții trebuie să analizeze procesul de învățare în care sunt implicați, să stabilească scopuri semnificative pentru propriul proces de învățare, să determine strategiile utile pentru atingerea scopurilor propuse, să evalueze măsura în care strategiile selectate sunt eficiente în atingerea scopurilor și să evalueze emergența înțelegerii materialului studiat. În plus, subiecții trebuie să posede capacitatea de modificare a scopurilor, strategiilor utilizate și a efortului depus în raport cu schimbarea factorilor contextualii (Pintrich 2000; Winne 2001; Zimmerman 2000, 2001). Așadar, autoreglarea învățării într-un mediu computerizat complex presupune construirea activă a înțelegerii conceptelor specifice domeniului prin utilizarea unor strategii cognitive, reglarea și monitorizarea propriei cogniții, comportamentului și motivației, precum și prin modificarea comportamentului, dacă este necesar, în vederea atingerii scopurilor (Pintrich, 2000).

Azevedo și colaboratorii (Azevedo, Moos, Greene, Winters, & Cromley, 2008) au indicat că majoritatea subiecților întâmpină dificultăți în reglarea propriului proces de învățare în condițiile utilizării unor medii educaționale computerizate complexe ceea ce afectează negativ performanța acestora. Modul de organizare a unui material instrucțional nu facilitează cu obligativitate învățarea autoreglată, aceasta din urmă depinzând într-o mare măsură de abilitatea subiecților de a se implica în procesarea activă a materialului instrucțional furnizat.

O explicație plauzibilă pentru lipsa utilizării de către subiecți a unor strategii cognitive și metacognitive în timpul procesării materialelor instrucționale (mai ales a celor complexe)

este oferită de *teoria încărcării cognitive* (Sweller, et al., 1998). Procesarea informațiilor complexe furnizate necesită o mare parte a capacității memoriei de lucru a subiecților (mai ales a subiecților cu puține cunoștințe anterioare), rămânând astfel insuficiente resurse cognitive pentru aplicarea strategiilor de autoreglare a învățării (Moos & Azevedo, 2008). Astfel, se creează un cerc vicios: dacă se focalizează pe reglarea propriului proces de învățare, subiecții cu puține cunoștințe anterioare într-un domeniu nu sunt capabili să proceseze informația nouă care le este furnizată, în schimb dacă se axează preponderent pe procesarea informației primite nu sunt apti să își regleze propria învățare (Moos & Azevedo, 2008; Schwonke et al., 2009).

În contextul învățării autoreglate, discuția nu poate fi limitată doar la strategiile cognitive și metacognitive utilizate de subiecți, ci este necesară transpunerea acestora și în sfera motivațională întrucât conferă o altă perspectivă asupra diferențelor interindividuale apărute la nivelul performanței în învățare. De altfel, interdependența dintre cogniție și motivație este considerată o caracteristică cheie a învățării autoreglate (Boekaerts, Pintrich, & Zeidner, 2000; vezi și Järvelä, Veermans, & Leinonen, 2008). Deși mult mai rar studiate decât strategiile cognitive și metacognitive, strategiile de reglare motivațională sunt considerate relaționate cu învățarea autoreglată deoarece subiecții capabili să își regleze motivația e mai probabil să rămână implicați în sarcini și să le realizeze cu succes comparativ cu subiecții care nu își pot regla motivația (Boekaerts, 1997; Garcia & Pintrich, 1994).

Scop și ipoteze

Dat fiind că există o serie de factori individuali și contextuali ce pot influența modul de raportare a subiecților la materialele instrucționale prezentate (făcând învățarea mai mult sau mai puțin eficace), ni s-a părut interesant de aflat care sunt patternurile de învățare autoreglată manifestate de subiecți în cazul utilizării mediului educațional personalizat cu ajutorul computerului. Scopul acestui studiu a fost acela de a identifica, cu ajutorul metodelor calitative de colectare (interviu semistructurat) și analizare a datelor, parametrii intraindividuali și contextuali de activare, utilizare și menținere a unor strategii cognitive, metacognitive și motivaționale ce se constituie în elemente cheie ale învățării autoreglate. În particular, ne-a interesat investigarea potențialelor surse de apariție a unor dificultăți întâmpinate de subiecți în interacțiunea cu mediul educațional computerizat și a modului de reflectare a acestor dificultăți la nivelul dinamicii strategiilor cognitive și metacognitive utilizate, a credințelor motivaționale formate, precum și a performanței obținute.

Predicția noastră este aceea că „pătrunderea” în aspectele cheie ale învățării autoreglate va explica decalajele individuale apărute în modul de abordare a materialului instrucțional furnizat de mediul computerizat și, implicit, în performanța obținută de subiecți atât în faza de training, cât și în faza de testare.

Metodă

Participanți

Pentru acest studiu au fost recrutați nouă subiecți, studenți în anul I și anul II la Facultatea de Psihologie și Științe ale Educației (M vârstă = 24.89 ani, SD = 4.14). Toți participanții au beneficiat de instruire personalizată cu ajutorul programului computerizat și le-a fost solicitat în prealabil acordul de a fi intervievați și înregistrați.

Materiale și Procedură

Materialele au fost identice cu cele utilizate în studiile anterioare (vezi cap. 5, respectiv cap. 7). În linii mari, procedura a fost similară cu cea din studiile menționate, doar că testarea participanților s-a realizat individual pentru a fi facilitată interviuarea lor în sesiuni succesive fiecareia dintre cele trei faze ale experimentului: pretest, training, faza de testare (posttest și transfer distal).

Interviul semistrukturat realizat în studiul curent a vizat abordarea aspectelor relevante pentru identificarea și analiza patternurilor de învățare autoreglată manifestate de subiecți în cazul utilizării mediului personalizat cu ajutorul computerului.

Cadrul de start în construirea demersului pentru interviu a fost reprezentat de aspectele relevante din perspectiva învățării autoreglate, respectiv:

(1) Reprezentarea sau experiențierea nivelului de dificultate a problemelor furnizate în mediul computerizat și impactul avut asupra comportamentului de învățare a subiecților;

(2) Strategiile cognitive și metacognitive utilizate și ajustarea acestora la nivelul de dificultate și de suport al problemelor furnizate;

(3) Strategiile utilizate pentru gestionarea/depășirea dificultăților întâmpinate în procesarea sau înțelegerea materialului instrucțional furnizat și, ca urmare, pentru îmbunătățirea performanței;

(4) Fluctuația motivației în timpul rezolvării sarcinilor din mediul computerizat și factorii/sursele de influență a motivației subiecților odată cu progresul în sarcini;

(5) Perceperea de către subiecți a caracteristicilor mediului computerizat utilizat, respectiv a posibilităților de acțiune (affordances) și a constrângerilor impuse de designul instrucțional.

Analiza datelor

Pentru prelucrarea datelor obținute din interviuri am utilizat analiza tematică (Boyatzis, 1998; vezi și Băban, 2002). Analiza tematică reprezintă o modalitate coerentă de organizare și deciptare a unor materiale, prin raportare la întrebările specifice cercetării întreprinse. Această analiză asigură identificarea temelor recurente apărute în conceptualizările individuale ale unui fenomen (Fereday & Muir-Cochrane, 2006)

Metoda de analiză aleasă pentru acest studiu reprezintă un „hibrid” al analizei tematice, în sensul în care încorporează atât o abordare inductivă bazată pe datele obținute din interviuri (vezi Boyatzis, 1998), cât și o abordare deductivă caracterizată de stabilirea a priori a unor patternuri de codare (Crabtree & Miller, 1999; apud Fereday & Muir-Cochrane, 2006). O astfel de abordare „hibrid” vine să susțină întrebările cercetării curente prin combinarea categoriilor/temelor stabilite a priori pe baza modelelor teoretice relevante pentru fenomenul în cauză cu cele care emerg din datele obținute prin interviu.

Înainte de codarea propriu-zisă, înregistrările audio (un total de aprox. 316 min) au fost transcrise, obținându-se 83 de pagini scrise la un rând ($M = 9.22$ pagini/participant). Mărimea segmentelor codate/unitatea de analiză a variat substanțial în funcție de categoriile stabilite pe baza schemei de codare utilizată, de la enunțuri scurte (de ex., „*fără pașii anteriori n-ar fi fost așa de simpli*”; „*la început am cam ghicit*”) la segmente ce cuprind mai mult de o propoziție (de ex., „*în primul rând m-am ajutat de ce mi-a dat programul, deci de pași care m-au ajutat foarte mult...pașii îi citeam...*”). În acest caz, am considerat că predeterminarea unei mărimi a fragmentelor codate nu este convenabilă, optând în schimb pentru segmentarea fragmentelor concomitent cu codarea.

În prima fază a analizei a predominat abordarea deductivă, respectiv generarea de categorii/teme pe baza celor mai recente *modele ale învățării autoreglate* (Azevedo et al., 2008; Butler & Winne 1995; Corno & Mandinach 1983; Pintrich 2000; Winne 2001; Zimmerman 2000). Pentru generarea categoriilor din schema de codare ne-am raliat, deși nu în totalitate, variantei adaptate a modelelor anterioare de către Azevedo și colaboratorii săi (2004, 2008) și care extinde elementele cheie ale învățării autoreglate cu alte variabile autoreglatorii, respectiv: (1) gestionarea/depășirea dificultății și solicitărilor sarcinii de învățare și (2) motivația manifestată față de domeniul vizat/conținutul sarcinilor sau procesul de rezolvare a acestora.

A doua fază a procesului de analiză a constat în crearea și generarea de noi coduri pentru acele date care nu s-au potrivit categoriilor prestabilite în scopul “acoperirii” tuturor aspectelor dezvăluite de subiecții intervievați.

Schema de codare finală conține cinci categorii specifice, fiecare dintre acestea însumând mai multe subcategorii (vezi Tabelul 23 pentru lista completă a subcategoriilor din fiecare categorie).

Categoria *perceperea/reprezentarea dificultății sarcinilor de învățare* include subcategoriile: (a) cauzele perceperii unei dificultăți sporite a sarcinilor de învățare și (b) consecințele perceperii unei dificultăți sporite a sarcinilor asupra comportamentului de învățare. Categoria *monitorizare sau utilizarea unor strategii metacognitive* conține următoarele subcategorii: (a) monitorizarea cogniției și a comportamentului de învățare și (b) monitorizarea situației de învățare/a sarcinilor furnizate de program. Categoria *utilizare de strategii cognitive/strategii de rezolvare a problemelor* are ca și subcategorii: (a) strategii de rezolvare a problemelor în funcție de caracteristicile acestora (nivel de dificultate și de suport) și (b) strategii de gestionare/depășire a dificultății și a solicitărilor sarcinii de învățare.

Categoria *motivație* include două subcategorii: (a) factori personali de influență ai motivației și (b) factori contextuali de influență ai motivației. Ultima categorie, *caracteristicile percepute ale mediului educațional computerizat* se referă la modul în care subiecții percep caracteristicile mediului educațional computerizat și care poate facilita sau, dimpotrivă, împiedica învățarea (nu apare în tabelul).

Tabelul 23. Categoriile/temele, subtemele cuprinse în schema de codare și exemplificări ale codurilor utilizate în interviul semistrukturat

Categoria	Tema centrală	Subtema	Exemplificare
Perceperea dificultății sarcinilor de învățare	Cauzele perceperei unei dificultăți sporite a sarcinilor de învățare	Lipsa/incapacitatea de activare a cunoștințelor anterioare	„...nu mai stăpânesc terminologia...nu mai știu...heterozigot, homozigot...nu am mai știut care e diferența dintre ele și asta era important.”
		Încărcare cognitivă impusă de caracteristicile sarcinilor	„...mi-am dat seama că nu am destul spațiu în creier ca să țin minte tot ce trebuia pentru verificarea soluțiilor...” „...mai mare a fost efortul la început să-mi amintesc și schema și noțiunile specifice.”
		Eșecul în înțelegerea soluțiilor oferite de exemplele rezolvate	„...spre sfârșit numai când m-am prins ce e cu pașii...” „pașii erau de ajutor, dar dacă nu mi se spunea ce înseamnă, nu înțelegeam...degeaba erau acolo”
		Tipul și numărul de inferențe necesare aflării soluției	„...mai greu era când erau implicați bunicii [trei generații].” „...întrebările mai simple mi s-au părut cele mai scurte...care nu implică mai multe generații.”
		Varierea versus uniformitatea trăsăturilor de suprafață	„...e foarte greu să jonglezi cu schimbările de litere, adică nu reușești...e ușor să rezolvi probleme cu cap alungit sau cap rotund sau să mergi pe același standard...te ajută... te încurcă când schimbi...”
	Consecințele perceperei unei dificultăți sporite asupra comportamentului de învățare	Investirea unui efort mental minim	„m-am gândit că degeaba tot citesc că nu îmi dau seama...” „...păi, având în vedere că nu cunoșteam despre ce e vorba, nu aveam ce să disec.”
		Eșecul în înțelegerea sau rezolvarea a problemelor	„...ori dincolo, la pretest... trebuia să dai răspunsuri care nu aveam cum să le anticipez...neștiind unii termeni nu am avut de unde să știu să rezolv...”
		Utilizarea ghicirii pentru depășirea dificultăților	„și făceam o analogie...ce ar putea să determine apariția bolii, o genă recesivă și una dominantă sau amândouă să fie dominante sau amândouă să fie recesive... o fost un fel de dat cu banu' cred...”
		Autoevaluarea capacității de învățare/judecări evaluative	„...m-am încurcat cu notațiile... dacă nu știi să le notezi, nu prea știi cum să construiești schema...” „deci am lucrat suficient ca să îmbunătățesc ceea ce am făcut, dar nu... nu consider că am făcut toate, le-am făcut bine pe toate [probleme].”
		Monitorizarea înțelegerii	„dar oricum au fost mai ușoare [problemele din posttest] pentru că eram mai pregătită și am înțeles mai ușor...” „... am început să pot să gândesc schemele fără să mi le... să le vizualizez...”
Monitorizarea sau utilizarea unor strategii metacognitive	Monitorizarea cogniției și a comportamentului de învățare	Evaluarea efortului mental depus	„...cel mai mult efort a fost la transfer, pentru că am încercat să fac analogia între ceea ce făcusem până atunci și ceea ce nu știam și atunci a fost mai...dificil.”
		Monitorizarea strategiilor cognitive utilizate	„...practic au același algoritm, îți dai seama foarte repede că nu ai decât să legi elementele și trebuie aplicate...cum am rezolvat prima problemă, am rezolvat-o și pe a doua...”
		Monitorizarea procesului de învățare	„trainingul a fost frumos, am început să învăț...posttestul a fost un pic mai dificil, dar nu m-am pierdut...cred că am progresat, cred că mi-aș lua examenul dacă aș da din acest subiect...”
	Monitorizarea sarcinilor furnizate de program	Evaluarea conținutului/sarcinilor de învățare	„[în training] nu trebuia să faci nimic, nimic...adică nu trebuia să ții minte aproape nimic...erau toate cursive, puse pe ecran, dacă aveai neclarități puteai să te uiți mai sus, mai jos.”
		Evaluarea utilității conținutului și relevanței pentru obiective	„[în training] nu erau lucruri despre care să zic că nu am nevoie de ele și să mă întreb oare de ce mi le-a pus acolo...”

Utilizare a unor strategii cognitive	Strategii de rezolvare a problemelor în funcție de caracteristicile acestora	Autoexplicarea pașilor furnizați	„analizam la fiecare pas la ce aveam de făcut...depinde ce tip de pas era, că era pasul cu matrice, pasul cu arborele genealogic...”
		Anticiparea soluțiilor chiar și în cazul furnizării pașilor	„încercam să rezolv singură [pașii], să înțeleg de ce e așa...pentru că mi-am dat seama că e util, dar mi-am dat seama la un moment dat, la început îi luam cum erau...la început doar îi verificam... după care încercam să îi rezolv singură pentru că rămâneam cu mai mult.”
		Inferențe asupra informațiilor relevante din textul problemelor	„[în enunțul problemei] căutam ce e dominant, ce e recesiv și pe urmă combinațiile...” „...căutam să văd care e dominant, care e recesiv, deci cuvintele acestea cheie...”
		Analogii între informațiile furnizate de pașii rezolvați și propriile soluții	„răspunsurile sigure care le aveai acolo [în pași] îmi susțineau raționamentul...” „mă uitam peste ei [pași] pentru a putea merge mai departe și în momentul în care întâmpinam o problemă, la următoarea problemă reveneam la pașii anteriori să mă verific...”
		Recitirea textului problemelor/reexaminarea pașilor furnizați	„...și atunci eu am revenit foarte mult la răspunsurile, la pașii anteriori pentru a rezolva ceva pentru că nu îi aveam în memorie și mă uitam la pasul anterior sau la pașii anteriori...”
		Utilizarea unor strategii deductive și inductive de rezolvare sau combinarea lor	„...să realizez toate combinațiile posibile de sus în jos sau de jos în sus în funcție de problemă...” „am făcut pe schemă cum se transmit genele...cu gena recesivă, gena dominantă, când se încrucișează cam ce dă fiecare...”
Strategii de gestionare/depășire a dificultății și solicitărilor sarcinilor	Ghicirea soluțiilor/excluderea unora dintre soluțiile posibile	„30% nu a fost nicio strategie, ci a fost ceea ce mi s-a părut mie mai plauzibil fără niciun argument logic...de fapt am ghicit...”	
	Impunerea unor (sub)scopuri pentru acțiunile întreprinse	„m-am gândit la o problemă mai micuță la un moment dat, deci de fiecare dată aveam de rezolvat un pas care era o problemă mult mai simplă decât toată problema.”	
Motivația	Cauzele percepției unei dificultăți sporite a sarcinilor de învățare	Lipsa/incapacitatea de activare a cunoștințelor anterioare	„...nu mai stăpânesc terminologia...nu mai știu...heterozigot, homozigot...nu am mai știut care e diferența dintre ele și asta era important.”
		Încărcare cognitivă impusă de caracteristicile sarcinilor	„...mi-am dat seama că nu am destul spațiu în creier ca să țin minte tot ce trebuia pentru verificarea soluțiilor...” „...mai mare a fost efortul la început să-mi amintesc și schema și noțiunile specifice.”
		Eșecul în înțelegerea soluțiilor oferite de exemplele rezolvate	„...spre sfârșit numai când m-am prins ce e cu pașii...” „pașii erau de ajutor, dar dacă nu mi se spunea ce înseamnă, nu înțelegeam...degeaba erau acolo”
		Tipul și numărul de inferențe necesare aflării soluției	„...mai greu era când erau implicați bunicii [trei generații].” „...întrebările mai simple mi s-au părut cele mai scurte...care nu implică mai multe generații.”
		Varierea versus uniformitatea trăsăturilor de suprafață	„...e foarte greu să jonglezi cu schimbările de litere, adică nu reușești...e ușor să rezolvi probleme cu cap alungit sau cap rotund sau să mergi pe același standard...te ajută... te încurcă când schimbi...”
	Consecințele percepției unei dificultăți sporite asupra	Investirea unui efort mental minim	„m-am gândit că degeaba tot citeșc că nu îmi dau seama...” „...păi, având în vedere că nu cunoșteam despre ce e vorba, nu aveam ce să disec.”
Eșecul în înțelegerea sau rezolvarea corectă a sarcinilor	„ori dincolo, la pretest.. trebuia să dai răspunsuri care nu aveam cum să le anticipiez...neștiind unii termeni nu am avut de unde să știu să rezolv...”		

	învățării	Utilizarea ghicirii pentru depășirea dificultăților	<i>„și făceam o analogie...ce ar putea să determine apariția bolii, o genă recesivă și una dominantă sau amândouă să fie dominante sau amândouă să fie recesive... o fost un fel de dat cu banu' cred...”</i>
		Căutarea „ajutorului” (accesarea glosarului, etc.)	<i>„...am putut să accesez informațiile și glosarul, cred că le-am accesat de vreo 5-6 ori.” „...am apelat la introducere... am deschis-o... ăă... și m-am familiarizat un pic cu schemele...”</i>
		Utilizarea analogiilor sau extrapolarea strategiilor învățate	<i>„...faptul că [pașii] erau prelucrați de program mă ajuta, fiindcă îmi dădea o certitudine asupra veridicității lor și normal că mă ajutau...erau un pas înainte în rezolvarea problemelor, decât m-aș fi orientat eu și să iau problema de la cap la coadă...”</i>
		Procesarea mai îndelungată a problemelor	<i>„eu fiind obișnuită cu altceva, trebuia să înțeleg și pașii respectivi, deci a însemnat timp în plus, așa... dacă aș fi putut să rezolv singurică cum știam eu, atunci cred că aș fi terminat mai repede.”</i>
Motivația	Factori personali de influență ai motivației	Modul de evaluare a sarcinilor de învățare	<i>„dacă sarcinile ar fi fost mai ușoare, aș fi fost mai motivat...dar nici prea ușoare să fi fost sarcinile, undeva la mijloc...”</i>
		Intenția/nivelul de implicare în sarcini	<i>„...unde era completat pasul de calculator, tot citeam problema să văd cum a rezolvat-o să știu în viitor...tot nu știu dacă mi-a folosit, dar interesul mi l-am dat...”</i>
		Reacții emoționale la solicitările sarcinilor și la performanța obținută	<i>„pentru mine au fost destul de dificile [problemele] și e frustrant, pentru ca acum un an și ceva nu mi s-ar fi părut atât de dificile, mi s-ar fi părut chiar ușoare.” „...am fost frustrat că... toți termenii și toate noțiunile le-am știut și acuma nu le mai știu.”</i>
		Evaluări ale competenței de a rezolva sarcinile	<i>„nu am fost motivat la început când am văzut că sunt chiar în plop, am sperat să nu fie tot întrebări de genu' ăsta fără să le știu...pe măsură ce am avansat în program mi-a crescut motivația...”</i>
		Scopurile stabilite în procesul de învățare	<i>„...atunci când participi la alte experimente ce durează o jumătate de oră deja le compari din punctul ăsta de vedere, dar pe urmă dacă stai să participi la experiment, ca să iasă ceva din toată perioada asta petrecută aici, atunci se schimbă puțin punctul de vedere.”</i>
		Factori contextuali de influență ai motivației	Imposibilitatea luării unor notițe
	Lipsa feedback-ului corectiv sau explicativ		<i>„...poate un feedback de genul «uite, asta ai făcut greșit»...poate ar fi ajutat...după fiecare problemă să îți explice dacă ai făcut bine și ce anume ai fi făcut bine...”</i>
	Durata experimentului sau timpul de rezolvare a sarcinilor		<i>„ar fi crescut motivația pentru ultimele probleme, acestea cu transferul, dacă s-ar fi scurtat timpul experimentului...”</i>
	Oboseala acumulată		<i>„...eram prea obosită să mă mai gândesc la bolile sex-linkate combinate, hemofilie și daltonism...”</i>
	Insuficiența varietății a problemelor		<i>„...mă așteptam și la alt tip, gen de probleme, dar tot așa au fost toate...două sau trei mi s-au părut că au fost aceleași.”</i>
	Lipsa exersării unor probleme asemănătoare celor din transfer		<i>„mi-aș fi dorit să fi fost explicată cheștiunea cu grupele sanguine...bine, ulterior să nu îmi arate explicația, dar măcar să o am așa...să o vizualizez măcar o dată...”</i>
	Imposibilitatea corectării unor acțiuni anterioare		<i>„nu puteam să mă întorc la cheștiile pe care le puteam corecta, deși îmi dădeam seama din schemă că greșisem înainte... bine, acum asta este, nu pot să zic că-i o frustrare... mai mult indignat...”</i>

Rezultate

Pe lângă analiza tematică, în acest studiu ne-a interesat și cuantificarea frecvenței cu care anumite (sub)categorii apar în interviurile celor 9 participanți. Scopul acestei analize (analiză de conținut) a fost acela de a identifica teme/categoriile predominant implicate de subiecții cu niveluri diferite de expertiză în procesul de învățare. Astfel spus, ne-a interesat evidențierea „tendințelor” generale de utilizare a unor strategii de autoreglare a învățării în cazul interacțiunii cu mediul computerizat de către subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe vs. nivel sporit de cunoștințe. Cele două grupuri de subiecți au fost stabilite post-hoc pe baza performanței obținute la pretest. Astfel, pe baza valorii mediane a scorurilor de la pretest (median split), 4 subiecți au fost încadrați în categoria subiecților cu nivel sporit de cunoștințe (cu valori mai mari decât mediana = 4), respectiv în categoria subiecților cu nivel scăzut de cunoștințe (cu valori mai mici de 4). Subiectul cu valori egale cu mediana (S360) a fost exclus din analiză.

Tabelul 24 ilustrează mediile variabilelor dependente măsurate în cele trei faze ale experimentului pentru subiecții incluși în acest studiu, grupați în două categorii.

Tabelul 24. Mediile și abaterile standard ale performanței, efortului mental investit, timpului petrecut în pretest, training, posttest și transfer distal pentru cele două categorii de subiecți

Variabile dependente	Subiecți cu nivel sporit de cunoștințe (N= 4)		Subiecți cu nivel scăzut de cunoștințe (N=4)	
	M	AS	M	AS
<i>Pretest</i>				
Timp (min)	9.44	2.48	10.31	4.96
Efort mental	3.00	1.23	3.68	.63
Performanță	7.25	2.22	2.25	.96
<i>Training</i>				
N total de probleme	15.50	5.26	15.0	3.56
Timp (min)	45.92	7.94	51.24	11.91
Efort mental	2.82	.96	3.11	.56
Performanță	182.00	70.28	135.25	56.65
<i>Posttest</i>				
Timp (min)	8.77	1.69	10.31	4.96
Efort mental	2.23	.96	3.05	.30
Performanță	8.00	3.37	5.50	2.38
<i>Transfer distal</i>				
Timp (min)	21.29	4.66	22.98	4.25
Efort mental	3.46	.68	4.69	.47
Performanță	7.58	2.14	6.46	1.11
<i>Motivație</i>				
Interes	5.10	.47	4.22	1.46
Competență percepută	4.25	1.28	3.75	.40
Efort	5.10	.90	5.65	1.01
Percepție asupra posib. de alegere	6.36	.43	6.04	.25
Valoare	6.07	.72	5.32	.84
Motivație intrinsecă	5.05	.38	4.20	.88
Atenție	3.81	3.38	3.38	.55
Încredere	3.78	.81	3.42	.19
Relevanță	3.72	.50	3.61	.75
Satisfacție	3.68	.76	3.12	1.19
Autoeficacitate	5.47	.80	4.29	.80
Credințe referitoare la control	5.94	1.33	5.19	.83

Nu există diferențe semnificative între cele două grupuri de subiecți în ceea ce privește numărul total de verbalizări, respectiv numărul mediu de afirmații per participant (în medie 68.50 pentru subiecții cu nivel sporit de cunoștințe vs. 71.50 pentru subiecții cu nivel scăzut de cunoștințe). Cu alte cuvinte, între subiecții cu nivel scăzut și nivel sporit de cunoștințe anterioare nu există diferențe în ceea ce privește numărul (sub)categoriilor asociate învățării autoreglate, ci doar în ceea ce privește frecvența cu care acestea apar.

Dintre *cauzele perceperii unei dificultăți sporite a problemelor*, subiecții cu nivel scăzut de cunoștințe au raportat mai frecvent *lipsa/incapacitatea de activare a cunoștințelor anterioare*, în timp ce subiecții cu nivel sporit de cunoștințe raportează mai frecvent *încărcarea cognitivă sporită impusă de caracteristicile sarcinilor*. Relatările verbale ale subiecților cu nivel sporit de cunoștințe privind încărcarea cognitivă resimțită sunt în concordanță cu asumțiile *efectului inversat al expertizei* (Kalyuga, 2007), conform cărora strategiile instrucționale optime pentru subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe pot împiedica performanța subiecților cu un nivel sporit de cunoștințe, întrucât îi distrag de la procesarea cognitivă relevantă pentru învățare.

O altă diferență care s-a putut observa între cele două grupuri de subiecți este aceea că subiecții cu nivel scăzut de cunoștințe menționează mai frecvent *eșecul în înțelegerea soluțiilor oferite de exemplele rezolvate și eșecul în înțelegerea sau rezolvarea corectă a problemelor* comparativ cu subiecții cu nivel sporit de cunoștințe.

Afirmațiile metacognitive sau de monitorizare sunt elaborate frecvent de ambele grupuri de subiecți, această categorie reprezentând 41% din totalul mediu de verbalizări. Subiecții cu nivel sporit de cunoștințe elaborează mai frecvent *judcăți evaluative* (autoevaluarea capacității de învățare) și *monitorizează* mai frecvent *strategiile cognitive utilizate*, în timp ce subiecții cu nivel scăzut de cunoștințe *precizează mai frecvent eșecul sau succesul în înțelegere*.

34% dintre verbalizările subiecților cu nivel sporit de cunoștințe se referă la *strategiile cognitive utilizate*, respectiv *își autoexplică* mai frecvent *pașii furnizați de program* și *anticipează* mai mult *pașii necesari aflării soluției* față de subiecții cu nivel scăzut de cunoștințe.

Examinarea frecvenței subcategoriilor ce corespund categoriei *strategii de gestionare/depășire a dificultății și solicitărilor problemelor* a relevat faptul că subiecții cu nivel sporit de cunoștințe *își impun* mai frecvent *scopuri sau subscopuri pentru acțiunile întreprinse*.

Dintre *factorii personali de influență ai motivației*, subiecții cu nivel sporit de cunoștințe amintesc mai frecvent *modul de evaluare a sarcinilor de învățare* (evaluarea valorii sarcinilor) și *scopurile stabilite în procesul de învățare* (dorința de autodepășire și dezvoltare a unor abilități). În ceea ce privește *factorii contextuali de influență ai motivației*, subiecții cu nivel scăzut de cunoștințe au menționat mai frecvent *lipsa feedback-ului corectiv sau explicativ* și *imposibilitatea corectării unor acțiuni ulterioare*.

Discuții

Analiza protocoalelor de interviu furnizează dovezi ale faptului că subiecții cu nivel sporit de cunoștințe și cei cu nivel scăzut de cunoștințe utilizează în mod diferit anumite procese cheie și mecanisme asociate învățării autoreglate în scopul înțelegerii conceptelor de genetică prezentate în mediul educațional computerizat folosit.

Chiar dacă comparațiile realizate între cele două grupuri de subiecți au fost de nivel elementar, s-a observat că subiecții cu nivel sporit de cunoștințe folosesc mai frecvent strategii metacognitive și cognitive eficiente precum autoevaluarea capacității de învățare, monitorizarea strategiilor cognitive utilizate, autoexplicarea pașilor rezolvați și anticiparea soluțiilor chiar și în cazul furnizării pașilor de către program comparativ cu subiecții cu nivel scăzut de cunoștințe. Eficacitatea acestora strategii este confirmată de rezultatele „obiective” obținute de subiecții cu nivel sporit de cunoștințe, respectiv de performanța înregistrată de aceștia, de timpul petrecut în

sarcini, de efortul mental investit, de patternul de rezolvare a problemelor și de mărimea „salturilor” de la un nivel de dificultate la altul.

Rezultatele obținute în termeni de utilizare a unor strategii de autoreglare a învățării indică faptul că instruirea personalizată cu ajutorul computerului este eficace doar dacă subiecții își monitorizează mai frecvent propria cogniție și comportamentul de învățare, dacă își autoexplică pașii furnizați de program sau dacă anticipează soluțiile chiar și în cazul furnizării pașilor. Ultimele două categorii contribuie nu doar la aplicarea unor strategii mai eficiente de rezolvare a problemelor, ci și la înțelegerea mai clară a principiilor ce stau la baza rezolvării problemelor. În schimb, dacă subiecții menționează mai frecvent eșecul în înțelegerea pașilor rezolvați de program sau în rezolvarea corectă a problemelor, dacă nu persistă în rezolvarea problemelor pe care le percep ca fiind dificile și depășind nivelul lor de cunoștințe, respectiv dacă utilizează frecvent „ghicirea” pentru depășirea dificultăților, atunci rezultatele în învățarea cu un astfel de mediu computerizat sunt mai scăzute. Aceste rezultate sunt în concordanță cu concluziile studiului realizat de Chi și colaboratorii (1989), respectiv că subiecții cu mai multe cunoștințe într-un domeniu sunt, în general, mai capabili să extragă informații relevante din materialele instrucționale furnizate comparativ cu subiecții ce posedă puține cunoștințe, întrucât își evaluează mai frecvent propriile cunoștințe/abilități și le compară cu cerințele sarcinilor pentru ca ulterior să utilizeze acele strategii care sunt adecvate rezolvării cerințelor sarcinilor.

Rezultatele referitoare la motivație relevă că subiecții care se percep ca fiind mai competenți, care dau dovadă de un sentiment sporit al autoeficacității și manifestă o motivație intrinsecă sporită sunt și cei care utilizează mai frecvent strategii metacognitive și cognitive, cei care persistă și procesează un timp mai îndelungat problemele pentru depășirea dificultății impuse de cerințele acestora.

Chiar dacă personalizarea instruirii la nivelul de expertiză al subiecților poate avea efecte pozitive asupra progresului în învățare și asupra eficacității trainingului, nu justifică în întregime aceste rezultate. Progresul în învățare și eficacitatea învățării este influențat și de strategiile de autoreglare pe care subiecții le angajează în cazul utilizării unui mediu educațional personalizat cu ajutorul computerului. Astfel spus, doar subiecții care își monitorizează și reglează în mod adecvat procesarea cognitivă, procesul de învățare și motivația vor progresa, respectiv vor obține o performanță sporită într-un astfel de mediu computerizat.

Capitolul 9

CONCLUZII FINALE

Analiza literaturii de specialitate, sintetizată în partea teoretică, a scos în evidență faptul că una dintre problemele majore cu care se confruntă designurile instrucționale bazate pe sarcini complexe se referă la „controlul” încărcării excesive impusă sistemului cognitiv al utilizatorilor (vezi Paas, Renkl, & Sweller, 2003, 2004). Din perspectiva teoriei încărcării cognitive, pentru a fi adecvate și, implicit, pentru a îmbunătăți învățarea, designurile instrucționale trebuie să descrească încărcarea cognitivă extrinsecă, sporind în schimb încărcarea cognitivă relevantă pentru învățare (Kirschner, 2002). În lucrarea de față, „controlul” încărcării cognitive a fost operaționalizat în două moduri: (a) prin utilizarea încărcării cognitive resimțită de utilizatori ca și „input” - alături de performanța obținută - pentru selectarea dinamică a nivelului de dificultate și de suport al sarcinilor ce urmează a fi rezolvate (în cadrul instruirii personalizată cu ajutorul programului computerizat) și (b) permițând utilizatorilor să aibă un rol activ în propriul proces de învățare (în cadrul instruirii controlată de utilizatori; Paas, 2003).

În prezentarea concluziilor finale ale lucrării de față vom urmări „demersul” (focalizat pe implicațiile pe care asumțiile teoriei încărcării cognitive în combinație cu cele ale cercetării

consacrate expertizei le au asupra designului instrucional) sugerat de Van Gog și colaboratorii (2005), punctând de fiecare dată relevanța datelor obținute, precum și direcțiile viitoare de investigație.

1. *Adaptarea/personalizarea instruirii*

În capitolul 4 al lucrării de față, am propus un model de adaptare a instruirii care integrează asumțiile modelului binivelar al instruirii adaptive cu cele ale modelului instrucional cu patru componente (4C/ID; Van Merriënboer, 1997). Modelul propus de noi care combină punctele tari ale ambelor modele menționate a avut ca scop personalizarea unor sarcini de învățare la nivelul de expertiză al utilizatorilor (reprezentat de combinarea dintre performanța obținută și efortul mental investit), prevenind încărcarea cognitivă a acestora prin adaptarea dinamică a nivelului de dificultate și de suport a sarcinilor. Utilizarea conceptului de *încărcare cognitivă* în procesul de selectare dinamică a sarcinilor se află încă la început, foarte puține studii explorând beneficiile pe care „aplicarea” asumțiilor teoriei încărcării cognitive în instruirea adaptată le are asupra învățării. Considerăm că modelul propus de noi reprezintă un pas important în acest sens, având o valoare euristică pentru demersuri viitoare întreprinse în scopul adaptării dinamice a instruirii la nivelul de expertiză al utilizatorilor.

Pe baza modelului propus, am dezvoltat un mediu educațional personalizat cu ajutorul computerului pentru învățarea geneticii (mai exact, a legilor mendeliene ale eredității). Spre deosebire de puținele programe computerizate dezvoltate în scopul adaptării instruirii la nivelul de expertiză al utilizatorilor, mediul educațional personalizat propus de noi include un algoritm de selecție a sarcinilor diferit pentru fiecare nivel de suport din cadrul unui nivel de dificultate. Totodată, aplicația proiectată de noi nu selectează prima sarcină de învățare în mod arbitrar, ci aceasta este adaptată la nivelul de expertiză al utilizatorilor. Rezultatele evaluării formative întreprinse pentru „rafinarea metodei” oferă o evidență preliminară privind funcționalitatea (funcționează adecvat, sporind învățarea) și usability (interfață ușor de învățat) mediului educațional computerizat, dar și privind comportamentul de rezolvare a sarcinilor manifestat de utilizatori.

2. *Îmbunătățirea performanței și a învățării*

Focalizarea experimentelor realizate în capitolul 5 a fost pe investigarea rolului pe care cunoștințele anterioare (nivelul de expertiză) ale subiecților îl au în utilizarea eficace și eficientă a diferitelor tipuri de controlul instrucional. Rezultatele obținute în primul experiment din acest capitol confirmă ipoteza că instruirea personalizată cu ajutorul programului are efecte pozitive asupra eficacității trainingului, însă această eficacitate nu se transferă și în faza de testare. O explicație plauzibilă poate fi aceea că participanții ce beneficiază de instruire personalizată cu ajutorul programului au achiziționat scheme cognitive restrictive (datorită „efectului pervers al ajutorului”) care permit doar completarea „rutinară” unor pași (pașii ca „rutine”; Van Merriënboer, 1997).

Nu s-au înregistrat diferențe între instruirea fixă, controlată de program și instruirea controlată de utilizatori în termeni de performanță obținută la training, cu toate că participanții ce beneficiază de instruire controlată de utilizatori au petrecut mai puțin timp în training ca urmare a cantității și tipului de probleme rezolvate. Aceste rezultate sugerează faptul că utilizatorii care au control asupra instruirii tind să minimizeze efortul depus pentru rezolvarea de probleme, mai degrabă decât să încerce să maximizeze procesul de rezolvare. În ceea ce privește eficiența învățării, rezultatele confirmă ipoteza că instruirea personalizată cu ajutorul programului computerizat este mai eficientă decât celelalte trei tipuri de instruire.

Relativ la baza de cunoștințe anterioare, s-a demonstrat că participanții cu niveluri sporite de cunoștințe anterioare obțin o performanță sporită în toate fazele experimentului și petrecerea

un timp mai îndelungat în rezolvarea sarcinilor (petrec mai mult timp pentru a reflecta și a găsi soluțiile corecte la probleme; Chi, 2006). Este puțin probabil ca diferențele de vârstă dintre participanții cu o bază sporită de cunoștințe (studenți) și cei cu o bază scăzută de cunoștințe anterioare (liceeni) să explice diferențele în termeni de eficacitate și eficiență. Rezultatele obținute de studiile consacrate diferențelor de vârstă în ceea ce privește dezvoltarea cognitivă au demonstrat că în jurul vârstei de 15-16 ani, adolescenții sunt capabili de o performanță cognitivă similară cu cea obținută de adulți (vezi, Steinberg, Cauffman, Woolard, Graham, & Banich, 2009).

În fine, nivelul de expertiză al utilizatorilor influențează semnificativ comportamentul de selecție și de rezolvare a problemelor din fiecare tip de control instrucțional (traseul de învățare urmat).

Al doilea experiment realizat în capitolul 5 reprezintă o replicare a studiului anterior în contextul „creșterii” nivelului de expertiză al participanților. Rezultatele obținute nu confirmă în totalitate datele obținute în primul experiment (vezi și Mihalca et al., 2011), în sensul în care adaptarea dinamică a problemelor la nivelul de expertiză al utilizatorilor nu face trainingul mai eficace sau mai eficient. Aceste rezultate confirmă *ipoteza expertizei* (Lee & Lee, 1991), conform căreia diferențele dintre tipurile diferite de control instrucțional se diminuează odată cu creșterea bazei de cunoștințe anterioare a utilizatorilor.

3. *Structuri cognitive*

Scopul experimentului din capitolul 6 a fost acela de a examina procesele cognitive și perceptive ale participanților în timpul selecției unor sarcini de învățare prin combinarea a trei tehnici de investigare, respectiv înregistrarea mișcărilor oculare, protocolul gândirii cu voce tare și raportarea verbală retrospectivă bazată pe amorse. Menționăm că acesta este primul studiu, din literatura parcursă de noi, în care sunt combinate cele trei tehnici pentru investigarea proceselor cognitive și perceptive ale subiecților manifestate în timpul selecției unor sarcini de învățare.

Nivelul de expertiză al utilizatorilor nu afectează modul în care aceștia „experiențiază” trăsăturile de suprafață și pe cele structurale ale sarcinilor în timpul procesului de selecție.

În ceea ce privește comportamentul vizual manifestat de participanți în cadrul celor trei selecții, rezultatele au indicat că numărul și durata fixațiilor oculare asupra trăsăturilor de suprafață ale sarcinilor scad semnificativ în cea de-a treia selecție comparativ cu prima, inclusiv comparativ cu cea de-a doua selecție. În schimb, patternul fixațiilor oculare asupra trăsăturilor structurale ale sarcinilor s-a dovedit a fi relativ constant între cele trei selecții, numărul și durata fixațiilor fiind foarte similare în prima selecție și a treia selecție a sarcinilor. Rezultatele obținute sunt un „indicator” al faptului că în urma exersării, procesarea sarcinilor devine mai puțin influențată de informațiile irelevante, însă nu are loc o „maximizare” a timpului petrecut în procesarea trăsăturilor structurale ale sarcinilor.

Spre deosebire de rezultatele privind fixațiile oculare, la nivelul relatărilor verbale referitoare la trăsăturile specifice sarcinilor de învățare s-au înregistrat diferențe semnificative între subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe și cei cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare. În timp ce subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe anterioare compară și descriu sarcinile de învățare în termeni de trăsături structurale, subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare își bazează selecțiile preponderent pe compararea trăsăturilor de suprafață ale sarcinilor. Astfel spus, efectul nivelului de expertiză al subiecților s-a dovedit a fi semnificativ pentru numărul de relatări verbale referitoare la trăsăturile structurale ale sarcinilor de învățare. Un astfel de rezultat sugerează faptul că, pe lângă investigarea procesării perceptuale ce are loc în timpul selecției sarcinilor de învățare, este imperativă și relevarea procesării cognitive (prin relatările verbale din

timpul procesului de selecție a sarcinilor), întrucât informațiile furnizate în cele două cazuri diferă și, ca urmare, se pot completa reciproc.

4. *Motivație și efort depus*

Întrucât motivația poate fi o variabilă mediatore cu importante constrângeri asupra eficacității designurilor instrucționale, în capitolul 7 al lucrării de față, am „monitorizat” motivația unor utilizatori cu niveluri diferite de expertiză și interacțiunile dintre tipul de control instrucțional furnizat, motivație și eficacitate (performanța obținută).

Luate împreună, rezultatele celor două experimente din acest capitol sugerează lipsa unui efect al tipului de control instrucțional asupra motivația utilizatorilor, independent de nivelul lor de expertiză. Astfel, faptul că utilizatorilor li s-a permis să își controleze instruirea nu s-a dovedit a fi benefic pentru motivația acestora. Rezultatele sunt în concordanță cu cele ale altor studii focalizate pe efectele controlului instrucțional intern asupra motivației (vezi, Corbalan, Kester, & Van Merriënboer, 2009; Klein & Keller, 1990; Williams, 1996).

Rezultatele primului experiment indică faptul că odată cu sporirea bazei de cunoștințe anterioare a utilizatorilor (este vorba de studenți), motivația intrinsecă a acestora crește și că aceasta se reflectă într-o performanță superioară și persistență în sarcini (timp petrecut în sarcini).

În cazul doctoranzilor (au nivel de expertiză sporit comparativ cu studenții din primul experiment), rezultatele obținute nu au confirmat existența unor corelații pozitive între toate constructele motivaționale și performanța obținută sau persistența în sarcini. Patternul de rezultate obținut în acest caz poate fi un indicator al faptului că, pentru subiecții cu un nivel sporit de expertiză, componentele motivaționale și relațiile lor cu performanța obținută sunt mai diferențiate și capătă semnificații mai complexe (vezi Schiefele, 1991).

5. *Capacitatea de autoreglare și autoevaluare*

Simpla furnizare a instruirii personalizate cu ajutorul computerului, chiar dacă descrește încărcarea cognitivă a utilizatorilor prin adaptarea nivelului de dificultate și de suport al sarcinilor la expertiza utilizatorilor, nu este suficientă pentru a îmbunătăți învățarea sau performanța. Pentru ca învățarea să se producă, utilizatorii trebuie să fie capabili să proceseze informațiile furnizate, să utilizeze o serie de strategii cognitive, metacognitive sau de „management” al dificultății sarcinilor (deci să își autoregleze învățarea).

Analiza calitativă realizată în capitolul 8 a avut ca scop identificarea dificultăților pe care utilizatorii le-au întâmpinat în interacțiunea cu mediul computerizat și a modului în care acestea se reflectă la nivelul strategiilor cognitive și metacognitive folosite, dar și a motivației. În acest sens, am desprins cu ajutorul analizei tematice categoriile/subcategoriile ce descriu strategiile autoreglatorii „implicate” preponderent de subiecți în procesul de învățare, dar și factorii contextuali ce interacționează cu aceste strategii (caracteristicile și constrângerile impuse de designul instrucțional).

Categoriile relevante, identificate prin analiza tematică au fost *perceperea/reprezentarea dificultății sarcinilor de învățare* (acesta reprezintă un predictor pentru rezolvarea cu succes a problemelor; Winne, 1995), *utilizarea unor strategii cognitive și metacognitive* (corelate pozitiv cu performanța superioară; Chi et al., 1989), *motivația și caracteristicile percepute ale mediului educațional computerizat*.

Analiza de conținut a relevat că subiecții cu un nivel sporit de cunoștințe folosesc mai frecvent strategii metacognitive și cognitive eficiente precum autoevaluarea capacității de învățare, monitorizarea strategiilor cognitive utilizate, autoexplicarea pașilor rezoluți de program și anticiparea soluțiilor chiar și în cazul furnizării pașilor de către program comparativ cu subiecții cu un nivel scăzut de cunoștințe anterioare. Ca urmare, este plauzibil ca instruirea personalizată cu ajutorul computerului să fie eficace doar dacă subiecții își monitorizează mai

frecvent propria cogniție și comportamentul de învățare, dacă își autoexplică pașii furnizați de program și dacă anticipează soluțiile chiar și în cazul furnizării pașilor.

Implicații teoretice și practice

Rezultatele obținute în lucrarea de față au o serie de implicații teoretice și aplicații practice. La nivel teoretic, rezultatele obținute sunt consistente cu asumțiile teoriei încărcării cognitive (Sweller et al., 1998) și constituie un punct de pornire pentru elaborarea unor modele instructionale ce combină asumțiile acestei teorii cu cele ale modelelor binivelare ale instruirii adaptive la nivel micro (Lee & Park, 2008).

În ceea ce privește implicațiile practice, în primul rând rezultatele obținute informează designerii instrucționali despre modul de combinare a asumțiilor modelului 4C/ID (Van Merriënboer, 1997) cu cele ale modelului binivelar al instruirii adaptive pentru proiectarea unor medii educaționale personalizate eficiente și eficiente.

În al doilea rând, datele analizei calitative privind patternurile de învățare autoreglată (capitolul 8) sugerează că personalizarea instruirii ar fi mai eficace dacă atenția utilizatorilor ar fi ghidată pe combinațiile dintre scop și operatori (având în vedere că acestea sunt slab reprezentate în cazul exemplelor rezolvate din programul educațional computerizat creat) sau dacă ar fi furnizate informații de tipul *de ce*, nu doar de tipul *cum* (prezentarea unor exemple rezolvate orientate pe proces, vs. exemple rezolvate orientate pe produs; Van Gog și et al., 2004).

La nivel de practică educațională, este extrem de utilă pe lângă măsurarea performanței elevilor/studentilor și evaluarea efortului mental investit de aceștia pentru obținerea performanței respective. Evaluarea efortului mental investit în combinație cu performanța obținută poate fi utilizată de elevi/studenti pentru luarea unor decizii referitoare la propria traiectorie de învățare sau de profesori pentru stabilirea unor traiectorii de învățare personalizate pe baza progresului înregistrat de elevi/studenti la nivelul performanței și a efortului mental investit. În acest fel, după cum arată și rezultatele obținute în lucrarea de față, atât eficacitatea, cât și eficiența învățării pot fi sporite.

Pentru reducerea problemelor pe care elevii/studentii le pot întâmpina în ceea ce privește măsurarea acurată a performanței obținute și a efortului mental investit în acest sens, respectiv a selectării unor sarcini de învățare adecvate nivelului lor de expertiză, intervențiile educaționale trebuie să se focalizeze pe sporirea corectitudinii modului de evaluare a nivelului de expertiză (combinarea dintre performanța obținută și efortul mental investit) și pe capacitatea de selectare a unor sarcini de învățare adecvate. În acest scop, pot fi utilizate traininguri bazate pe regulile și algoritmul implementat în programul computerizat personalizat creat de noi. Ca urmare a acestui training, elevii/studentii pot beneficia de posibilitățile oferite de personalizarea instruirii, respectiv de a învăța să aleagă acele sarcini de învățare care au un nivel de dificultate și de suport potrivit cu expertiza lor. Tot în acest context, se impune și învățarea de către elevi/studenti a unor abilități de procesare adecvată a exemplelor rezolvate, întrucât strategiile de învățare din exemplarele rezolvate au o influență majoră asupra calității cunoștințelor achiziționate (vezi și Chandler & Sweller, 1991).

BIBLIOGRAFIE

- Alexander, P. A. (2003). The development of expertise: The journey from acclimation to proficiency. *Educational Researcher*, 32, 10-14.
- Alexander, P. A., Jetton, T. L., & Kulikowich, J. M. (1995). Interrelationship of knowledge, interest, and recall: assessing the model of domain learning. *Journal of Educational Psychology*, 87, 559–575.
- Alexander, P. A., & Judy, J.E., (1988). The interaction of domain-specific and strategic knowledge in academic performance. *Review of Educational Research*, 58, 375-404.
- Ames, C., & Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation processes. *Journal of Educational Psychology*, 80, 260-267.
- Atkinson, J. W. (1974). Strength of motivation and efficiency of performance. In J. W. Atkinson & J. O. Raynor (Eds.), *Motivation and achievement*, (pp. 193-218). Washington, DC: Winston.
- Atkinson, R. C. (1976). Adaptive instructional systems: Some attempts to optimize the learning process. In D. Klahr (Ed.), *Cognition and instruction*. New York: Wiley.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (vol. 2, pp. 89–195). London: Academic.
- Atkinson, R. K., Renkl, A., & Merrill, M. M. (2003). Transitioning from studying examples to solving problems: Effects of self-explanation prompts and fading worked-out steps. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 774–783.
- Atkinson, S. (1998). Cognitive style in the context of design and technology project work. *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 18(2), 183-194.
- Ayres, P. (2006). Using subjective measures to detect variations of intrinsic cognitive load within problems. *Learning and Instruction*, 16, 389-400.
- Ayres, P., Sweller, J., & Clarke, T., (2005). The impact of sequencing and prior knowledge on learning mathematics through spreadsheet applications. *Educational Technology, Research and Development*, 53(3), 15–24.
- Azevedo, R., & Cromley, J. G (2004). Does training on self-regulated learning facilitate students' learning with hypermedia?. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 523–535.
- Azevedo, R., Cromley, J. G., & Seibert, D. (2004). Does adaptive scaffolding facilitate students' ability to regulate their learning with hypermedia. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 344–370.
- Azevedo, R., Cromley, J. G., Winters, F. I., Moos, D. C., & Greene, J. A. (2005). Adaptive human scaffolding facilitates adolescents' self-regulated learning with hypermedia. *Instructional Science*, 33, 381–412.
- Azevedo, R., Moos, D. C., Greene, J. A., Winters, F. I., & Cromley, J. G. (2008). Why is externally-facilitated regulated learning more effective than self-regulated learning with hypermedia?. *Educational Technology Research and Development*, 56, 45–72.
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*. Hove, UK: Psychology.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.
- Barab, S. A., & Duffy, T. (2000). From practice fields to communities of practice. In D. Jonassen & S. M. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (pp. 25–56). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Muraven, M., & Tice, D. M. (1998). Ego-depletion: Is the active self a limited resource?. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1252–1265.
- Băban, A. (2002). *Metodologia cercetării calitative*. Presa Universitară Clujeană, Cluj.
- Becker, D. A. (1997). The effects of choice on auditors' intrinsic motivation and performance. *Behavioral Research in Accounting*, 9, 1–19.
- Bell, B. S., & Kozlowski, S. W. J. (2002). Adaptive guidance: Enhancing self-regulation, knowledge, and performance in technology-based training. *Personnel Psychology*, 55, 267-306.
- Benjamin, M., McKeachie, W. J., Lin, Y. G., & Holinger, D. P. (1981). Test anxiety: Deficits in information processing. *Journal of Educational Psychology*, 73, 816-824.
- Bickford, N. L. (1989). *The systematic application of principles of motivation to the design of printed instructional materials*. Unpublished doctoral dissertation. Florida State University, Florida.
- Billings, K. (1982). Computer-assisted learning: A learner-driven model. In *The computer: extension of human mind*. Proceedings of the 3rd annual summer conference, University of Oregon. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 219 863).
- Blessing, S. B., & Anderson, J. R. (1996). How people learn to skip steps. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22, 576–598.
- Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13, 4–16.

- Boekaerts, M. (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation. *European Psychologist*, 1(2), 100-112.
- Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Instruction*, 7(2), 161-186.
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31, 445-457.
- Boekaerts, M., Pintrich, P. R., & Zeidner, M. (2000). *Handbook of self-regulation*. San Diego, CA: Academic Press.
- Boyatzis, R. E. (1998). *Transforming qualitative information: Thematic analysis and code development*. London: Sage
- Bråten, I., & Olaussen, B. S. (2005). Profiling individual differences in student motivation: A longitudinal cluster-analytic study in different academic contexts. *Contemporary Educational Psychology*, 30, 359-396.
- Bratfisch, O., Borg, G., & Dornic, S. (1972). *Perceived item-difficulty in three tests of intellectual performance capacity*. Report No. 29. Stockholm: Institute of Applied Psychology.
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 53-61.
- Brünken, R., Plass, J., & Moreno, R. (2009). Current issues and open questions in cognitive load research. In J. Plass, R. Moreno & R. Brünken (Eds.), *Cognitive load theory*. New York: Cambridge University Press.
- Brusilovsky, P. L. (1992). Intelligent tutor, environment and manual for introductory programming. *Educational and Training Technology International*, 29(1), 26-34.
- Burger, J. M., & Cooper, H. M. (1979). The desirability of control. *Motivation and Emotion*, 3, 381-393.
- Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65, 245-281.
- Button, S. B., Mathieu, J. E., & Zajac, D. M. (1996). Goal orientation in organizational research: A conceptual and empirical foundation. *Organizational Behavior & Human Decision Processes*, 67, 26-48.
- Camp, G., Paas, F., Rikers, R., & Van Merriënboer, J. J. G. (2001). Dynamic problem selection in air traffic control training: A comparison between performance, mental effort and mental efficiency. *Computers in Human Behavior*, 17, 575-595.
- Campanizzi, J. A. (1978). Effects of locus of control and provision of overviews in a computer-assisted instruction sequence. *Association for Educational Data Systems (AEDS) Journal*, 12(1), 21-30.
- Camps, J. (2003). Concurrent and retrospective verbal reports as tools to better understand the role of attention in second language tasks. *International Journal of Applied Linguistics*, 13, 201-221.
- Canham, M., & Hegarty, M. (2010). Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. *Learning and Instruction*, 20, 155-166.
- Carrier, C. A., Davidson, G. V., Higson, V., & Williams, M. D. (1984). Selection of options by field independent and dependent children in a computer-based concept lesson. *Journal of Computer-Based Instruction*, 11(2), 49-54.
- Carrier, C. A., Davidson, G. V., & Williams, M. D. (1985). Selection of instructional options in a computer-based coordinate concept lesson. *Educational Communications and Technology Journal*, 33(3), 199-212.
- Carrier, C. A., Davidson, G. V., Williams, M. D., & Kalweit, C. M. (1986). Instructional options and encouragement effects in a microcomputer-delivered concept lesson. *Journal of Educational Research*, 79(4), 222-229.
- Carrier, C. A., & Jonassen, D. H. (1988). Adapting courseware to accommodate individual differences. In D. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for microcomputer courseware*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carrier, C. A., & Williams, M. D. (1988). A test of one learner control strategy with students of differing levels of task persistence. *American Educational Research Journal*, 25(2), 285-306.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1996). Cognitive load while learning to use a computer program. *Applied Cognitive Psychology*, 10(2), 151-170.
- Chi, M. T. H. (1997). Creativity: Shirring across ontological categories flexibly. In T. B. Ward, S. M. Smith, R. A. Finke & J. Vaid (Eds.). *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 209-234). Washington, DC: American Psychological Association.
- Chi, M. T. H. (2000). Self-explaining: the dual processes of generating inference and repairing mental models. In R. Glaser (Ed.). *Advances in instructional psychology: Educational design and cognitive science* (Vol. 5, pp. 161-238). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H. (2006). Two approaches to the study of experts 'characteristics. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. Feltovich, & R. Hoffman (Eds.), *Cambridge handbook of expertise and expert performance* (pp. 21-30). Cambridge University Press.
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13, 145-182.

- Chi, M. T. H., Feltovich, P., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Chi, M. T. H., & Glaser, R. (1985). Problem solving ability. In R. Sternberg (Ed.), *Human abilities: An information processing approach* (pp.227-250). San Francisco: Freeman.
- Chi, M. T. H., Glaser, R., & Rees, E. (1982). Expertise in problem solving. In R. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (pp.7-75). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Clark, R. E. (1982). Antagonism between achievement and enjoyment in ATI studies. *Educational Psychologist*, 17(2), 92-101.
- Clark, R. E. (1984). Research on student thought processes during computer-based instruction. *Journal of Instructional Development*, 7(3), 2-5.
- Clarke, T., Ayres, P., & Sweller, J. (2005). The impact of sequencing and prior knowledge on learning mathematics through spreadsheet applications. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 15-24.
- Cleary, T., & Zimmerman, B. J. (2001). Self-regulation differences during athletic practice by experts, non-experts, and novices. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13, 61-82.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Como, L., & Snow, E. R. (1986). Adapting teaching to individual differences among learners. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd Ed.). New York: Macmillan.
- Conati, C. (2002). Probabilistic assessment of user's emotions in educational games. *Journal of Applied Artificial Intelligence*, 16, 555-575.
- Cooke, N. J. (1994). Varieties of knowledge elicitation techniques. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41, 801-849.
- Cooper, G., & Sweller, J. (1987). The effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of Educational Psychology*, 79, 347-362.
- Corbalan, G., Kester, L., & Van Merriënboer, J. J. G. (2006). Towards a personalized task selection model with shared instructional control. *Instructional Science*, 34, 399-422.
- Corbalan, G., Kester, L., & Van Merriënboer, J. J. G. (2008). Selecting learning tasks: Effects of adaptation and shared control on learning efficiency and task involvement. *Contemporary Educational Psychology*, 33(4), 733-756.
- Corbalan, G., Kester, L., & Van Merriënboer, J. J. G. (2009). Dynamic task selection: Effects of feedback and learner control on efficiency and motivation. *Learning and Instruction*, 19(6), 455-465.
- Corbalan, G., Kester, L., & Van Merriënboer, J. J. G. (2009). Combining shared control with variability over surface features: Effects on transfer test performance and task involvement. *Computers in Human Behavior*, 25, 290-298.
- Corbalan, G., Kester, L., & Van Merriënboer, J. J.G. (2011). Learner-controlled selection of tasks with different surface and structural features: Effects on transfer and efficiency. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 76-81.
- Cordova, D. I., & Lepper, M. R. (1996). Intrinsic motivation and the process of learning: Beneficial effects of contextualization, personalization, and choice. *Journal of Educational Psychology*, 88, 715-730.
- Corno, L., & Mandinach, E. (1983). The role of cognitive engagement in classroom learning and motivation. *Educational Psychologist*, 18, 88-100.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-114.
- Cronbach, L. J. (1971). How can instruction be adapted to individual differences? In R. A. Weisgerber (Ed.), *Perspective in individualized learning*. Itasca, IL: Peacock.
- Cronbach, L. J., & Snow, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions*. New York: Irvington.
- Cummins, D. D. (1992). The role of analogical reasoning in the induction of problem categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 1103-1124.
- Dalton, D. W. (1990). The effects of cooperative learning strategies on achievement and attitudes during interactive video. *Journal of Computer-Based Instruction*, 17(1), 8-16.
- De Croock, M. B. M., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). High vs. low contextual interference in simulation-based training of troubleshooting skills: Effects on transfer performance and invested mental effort. *Computers in Human Behavior*, 14, 249-267.
- De Groot, E. V. (2002). Learning through interviews: Students and teachers talk about learning and schooling. *Educational Psychologist*, 37, 41-52.
- De Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought. *Instructional Science*, 38, 105-134.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2010). Attention guidance in learning from complex animation: Seeing is understanding? *Learning and Instruction*, 20, 111-122.
- Deci, E. L. (1980). *The psychology of self-determination*. Lexington, MA: Heath.

- Deci, E. L., Connell, J. P., & Ryan, R. M. (1989). Self-determination in a work organization. *Journal of Applied Psychology*, 74, 580–590.
- Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C., & Leone, D. R. (1994). Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. *Journal of Personality*, 62, 119–142.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1994). Introduction: Entering the field of qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 1-17). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dewey, J. (1902/1964). The child and the curriculum. In R. D. Archambault (Ed.), *John Dewey on education: Selected writings*. New York: Modern Library.
- Duchowski, A. T. (2003). *Eye tracking methodology: Theory and practice*. London: Springer.
- Duffy, T., & Jonassen, D. H. (1992). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Dweck, C. S. (1999). *Self-theories: Their role in motivation, personality, and development*. Philadelphia: Taylor & Francis.
- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95, 256–273.
- Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., & Midgley C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motivation* (pp. 75–146). San Francisco, CA: W. H. Freeman.
- Eccles, J. S., Adler, T. F., & Meece, J. L. (1984). Sex differences in achievement: A test of alternate theories. *Journal of Personality and Social Psychology*, 46(1), 26–43.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132.
- Eccles, J. S., Wigfield, A., & Schiefele, U. (1998). Motivation to succeed. In W. Damon (Series Ed.) & N. Eisenberg (Vol. Ed.), *Handbook of child psychology* (Vol. 3, pp. 1017–1095). New York: Wiley.
- Ericsson, K. A. (2002). Attaining excellence through deliberate practice: Insights from the study of expert performance. In M. Ferrari (Ed.), *The pursuit of excellence through education* (pp. 21–55). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102, 211–245.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (Rev. Ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Federico, P.-A. (1980). Adaptive instruction: Trends and issues. In R. E. Snow, P.-A. Federico, & W. E. Montague (Eds.), *Aptitude, learning and instruction, Vol. I: Cognitive process analyses of aptitude* (pp. 1-26). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fereday, J., & Muir-Cochrane, E. (2006). Demonstrating rigor using thematic analysis: a hybrid approach of inductive and deductive coding and theme development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 1-11.
- Fincham, F., & Cain, K. (1986). Learned helplessness in humans: A developmental analysis. *Developmental Review*, 6, 25-86.
- Fireman, G., Kose, G., & Solomon, M. J. (2003). Self-observation and learning: The effects of watching oneself on problem solving. *Cognitive Development*, 18, 339-354.
- Fisher, M. D., Blackwell, L. R., Garcia, A. B., & Greene, J. C. (1975). Effects of student control and choice on engagement in a CAI arithmetic task in a low-income school. *Journal of Educational Psychology*, 67(6), 776-783.
- Flowerday, T., & Schraw, G. (2003). Effect of choice on cognitive and affective engagement. *Journal of Educational Research*, 96, 207–215.
- Flowerday, T., Schraw, G., & Stevens, J. (2004). The role of choice and interest in reader engagement. *The Journal of Experimental Education*, 72, 93–114.
- Ford, J. K., Smith, E. M., Weissbein, D. A., Gully, S. M., & Salas, E. (1998). Relationships of goal orientation, metacognitive activity, and practice strategies with learning outcomes and transfer. *Journal of Applied Psychology*, 83, 218–233.
- Frankola, K. (2001). Why online learners drop out. *Workforce*, 80, 53–60.
- Fredrickson, B. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, 56, 218–226.
- Friend, C. L., & Cole, C. L. (1990). Learner control in computer-based instruction: A current literature review. *Educational Technology*, 30(11), 47-49.
- Fry, J. P. (1972). Interactive relationship between inquisitiveness and learner control of instruction. *Journal of Educational Psychology*, 63, 459-465.
- Garcia, T., & Pintrich, P. R. (1994). Regulating motivation and cognition in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications* (pp. 127-153). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Garcia, T., & Pintrich, P. R. (1996). Assessing student's motivation and learning strategies in the classroom context: The motivated strategies for learning questionnaire. In M. Birenbaum & F. Dochy (Eds.), *Alternatives in assessment of achievements, learning processes, and prior knowledge* (pp. 319-339). Boston: Kluwer Academic Publishers.

- Gay, G. (1986). Interaction of learner control and prior understanding in computer-assisted video instruction. *Journal of Educational Psychology*, 78, 225-227.
- Gerjets, P., & Scheiter, K. (2003). Goal configurations and processing strategies as moderators between instructional design and cognitive load: Evidence from hypertext-based instruction. *Educational Psychologist*, 38, 33-41.
- Gerjets, P., Scheiter, K., & Cierniak, G. (2009). The scientific value of cognitive load theory: A research agenda based on the structuralist view of theories. *Educational Psychology Review*, 21(1), 43-54.
- Gerjets, P., Scheiter, K., & Tack, W. H. (2000). Resource-adaptive selection of strategies in learning from worked-out examples. In L. R. Gleitman & A. K. Joshi (Eds.), *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 166-171). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Gick, M., & Holyoak, J. (1987). The cognitive basis for knowledge transfer. In S. Cormier & J. Hagman (Eds.), *Transfer of learning: Contemporary research and applications* (pp. 9-46). San Diego, CA: Academic Press.
- Glaser, R. (1977). *Adaptive education: Individual, diversity and learning*. New York: Holt.
- Glaser, R., & Chi, M. (1988). Overview in M. Chi, R. Glaser, & M. Farr (Eds.), *The Nature of Expertise* (pp. xv-xxvii). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Goetyfried, L., & Hannafin, M. J. (1985). The effects of locus of CAI control strategies on the learning of mathematics rules. *American Educational Research Journal*, 22(2), 273-278.
- Goldman, S. R. (1991). On the derivation of instructional applications from cognitive theories: Commentary on Chandler and Sweller. *Cognition and Instruction*, 8(4), 333-342.
- Gray, S. H. (1987). The effect of sequence control on computer assisted learning. *Journal of Computer-Based Instruction*, 14(2), 54-56.
- Haider, H., & Frensch, P. A. (1999). Eye movement during skill acquisition: More evidence for the information reduction hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 25, 172-190.
- Hannafin, M. J. (1984). Guidelines for using locus of instructional control in the design of computer-assisted instruction. *Journal of Instructional Development*, 7(3), 6-10.
- Hannafin, M. J., & Colamaio, M. E. (1987). The effects of variations in lesson control and practice on learning from interactive video. *Educational Communications and Technology Journal*, 35(4), 203-212.
- Hannafin, R. D., & Sullivan, H. J. (1995). Learner control in full and lean CAI programs. *Educational Technology Research and Development*, 43(1), 19-30.
- Hannafin, R. D., & Sullivan, H. J. (1996). Learner preferences and learner control over amount of instruction. *Journal of Educational Psychology*, 88, 162-173.
- Hintze, H., Mohr, H., & Wenzel, A. (1988). Students' attitudes towards control methods in computer-assisted instruction. *Journal of Computer Assisted Learning*, 4(1), 3-10.
- Hyönä, J. (2010). The use of eye movements in the study of multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20, 172-176.
- Iyengar, S. S., & Lepper, M. (2000). When choice is demotivating: Can one desire too much of a good thing?. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79, 995-1006.
- Jarodzka, H., Scheiter, K., Gerjets, P., & Van Gog, T. (2010). In the eyes of the beholder: How experts and novices interpret dynamic stimuli. *Learning and Instruction*, 20, 146-154.
- Järvelä, S., & Salovaara, H. (2004). The interplay of motivational goals and cognitive strategies in a new pedagogical culture a context-oriented and qualitative approach. *European Psychologist*, 9(4), 232-244.
- Järvelä, S., Veermans, M., & Leinonen, P. (2008). Investigating student engagement in computer-supported inquiry: A process-oriented analysis. *Social Psychology of Education*, 11(3), 299-322.
- Järvenoja, H., & Järvelä, S. (2005). How students describe the sources of their emotional and motivational experiences during the learning process: A qualitative approach. *Learning and Instruction*, 15(5), 465-480.
- Johansen, K. J., & Tennyson, R. D. (1983). Effect of adaptive advisement on perception in learner-controlled, computer-based instruction using a rule-learning task. *Educational Communications and Technology Journal*, 31(4), 226-236.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Judd, W. A. (1972). *Learner-controlled computer-based instruction*. Paper presented at the International School on Computers in Education, Pugniochiuso, Italy. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 072635).
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: from eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87, 329-355.
- Kaakinen, J. K., & Hyönä, J. (2005). Perspective effects on expository text comprehension: Evidence from think-aloud protocols, eyetracking, and recall. *Discourse Processes*, 40, 239-257.
- Kaakinen, J. K., Hyönä, J., & Keenan, J. M. (2002). Perspective effects on on-line text processing. *Discourse Processes*, 33, 159-173.
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review*, 19(4), 509-539.

- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist, 38*, 23-32.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of Educational Psychology, 92*(1), 126-136.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2001). Learner experience and efficiency of instructional guidance. *Educational Psychology, 21*(1), 5-23.
- Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J., & Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology, 93*, 579-588.
- Kalyuga, S., & Sweller, J. (2004). Measuring knowledge to optimize cognitive load factors during instruction. *Journal of Educational Psychology, 96*, 558-568.
- Kalyuga, S., & Sweller, J. (2005). Rapid dynamic assessment of expertise to improve the efficiency of adaptive e-learning. *Educational Technology, Research and Development, 53*, 83-93.
- Kanfer, R., & Ackerman, P. L. (1989). Motivation and cognitive abilities: an integrative/ aptitude-treatment approach to skill acquisition. *Journal of Applied Psychology, 74*, 657-690.
- Kashihara A., Hirashima T., & Toyoda, J. (1995). A cognitive load application in tutoring. *Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction, 4*(4), 279-303.
- Katz, I., & Assor, A. (2007). When choice motivates and when it does not. *Educational Psychology Review, 19*(4), 429-442.
- Keller, J. M. (1979). Motivation and instructional design: A theoretical perspective. *Journal of Instructional Development, 2*(4), 26-34.
- Keller, J. M. (1983a). *Development and use of the ARCS model of motivational design*. Enschede, The Netherlands: Toegepaste Onderwijskunde, Technische Hogeschool Twente.
- Keller, J. M. (1983b). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (pp. 386-436). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Keller, J. M. (1987a). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance and Instruction Journal, 26*(8), 1-7.
- Keller, J. M. (1987b). The systematic process of motivational design. *Performance and Instruction Journal, 26*(9/10), 1-8.
- Keller, J. M. (1987c). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development, 10*(3), 2-10.
- Keller, J. M. (1999). Motivational systems. In H. Stolovitch & E. Keeps (Eds.), *Handbook of human performance technology* (2nd Ed.). San Francisco: Tossey-Bass Inc. Publishers.
- Keller, J. M., & Kopp, T. W. (1987). Application of the ARCS model to motivational design. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional theories in action: Lessons illustrating selected theories* (pp. 289 -320). New York: Lawrence Erlbaum, Publishers.
- Keller, J. M., & Suzuki, K. (1988). Use of the ARCS motivation model in courseware design. In D. H. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Keller, J. M., & Suzuki, K. (2004). Learner motivation and e-learning design: a multinationally validated process. *Journal of Educational Media, 29*(3), 229-239.
- Kernan, M. C., Heimann, B., & Hanges, P. J. (1991). Effects of goal choice, strategy choice, and feedback source on goal acceptance, performance, and subsequent goals. *Journal of Applied Social Psychology, 21*, 713-733.
- Kinzie, M. B. (1990). Requirements and benefits of effective interactive instruction: Learner control, self-regulation, and continuing motivation. *Educational Technology, Research and Development, 38*, 5-21.
- Kinzie, M. B., & Sullivan, H. J. (1989). Continuing motivation, learner control, and CAI. *Education Technology Research and Development, 37*(2), 5-14.
- Kinzie, M. B., Sullivan, H. L., & Berdel, R. L. (1988). Learner control and achievement in science computer-assisted instruction. *Journal of Educational Psychology, 80*(3), 299-303.
- Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction, 12*, 1-10.
- Klein, J. D., & Freitag, E. T. (1992). Training students to utilize self-motivational strategies. *Educational Technology, 32*(3), 44-48.
- Klein, J. D., & Keller, J. M. (1990). Influence of student ability, locus of control, and type of instructional control on performance and confidence. *Journal of Educational Research, 83*(3), 140-146.
- Koch, B., Münzer, S., Seufert, T., & Brünken, R. (2009). *Testing the additivity hypothesis of cognitive load theory: Combined variation of modality and seductive details in a self-paced multimedia instruction*. Paper presented at the 3rd International Cognitive Load Theory Conference, Heerlen, The Netherlands.
- Kopcha, T. J., & Sullivan, H. (2007). Learner preferences and prior knowledge in learner-controlled computer-based instruction. *Educational Technology, Research and Development, 56*, 265-286.
- Kostons, D., Van Gog, T., & Paas, F. (2009). How do I do? Investigating effects of expertise and performance-process records on self-assessment. *Applied Cognitive Psychology, 23*, 1256-1265.

- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968.
- Kulik, J. A. (1982). Individualized systems of instruction. In H. E. Mitzel (Ed.), *Encyclopedia of educational research (5th Ed.)*. New York: Macmillan.
- Langer, E. (1975). The illusion of control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 32, 311–328.
- Lansdale, M., Underwood, G., & Davies, C. (2010). Something overlooked? How experts in change detection use visual saliency. *Applied Cognitive Psychology*, 24, 213-225.
- Lawless, K. A., & Brown, S. W. (1997). Multimedia learning environments: Issues of learner control and navigation. *Instructional Science*, 25, 117-131.
- Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98, 902–913.
- Lee, J., & Park, O. (2008). Adaptive instructional systems. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Van Merriënboer, & M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology*, 3rd Ed., (pp. 469-484). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lee, S. S., & Lee, Y. H. K. (1991). Effects of learner-control versus program-control strategies on computer-aided learning of chemistry problems: for acquisition or review? *Journal of Educational Psychology*, 83, 491-498.
- Lee, S. S., & Wong, S. C.-H. (1989). Adaptive program vs. learner control strategy on computer-aided learning of gravimetric stoichiometry problems. *Journal of Research on Computing in Education*, 21(4), 367-379.
- LeFevre, J. A., & Dixon, P. (1986). Do written instructions need examples? *Cognition and Instruction*, 3, 1-30.
- Lepper, M. R. (1985). Microcomputers in education: Motivational and social issues. *American Psychologist*, 40(1), 1-18.
- Lewin, K. (1938). *The conceptual representation and the measurement of psychological forces*. Durham, NC: Duke University Press.
- Lin, Y.-G., & McKeachie, W. J. (1999, August). *College student intrinsic and/or extrinsic motivation and learning*. Paper presented at the Annual Conference of the American Psychological Association, Boston, MA.
- Lohman, D. F. (1986). Predicting mathemathanic effects in the teaching of higher-order thinking skills. *Educational Psychologist*, 21, 191–208.
- Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13, 157-176.
- MacGregor, S. K. (1988). Instructional design for computer-mediated text systems: Effects of motivation, learner control, and collaboration on reading performance. *Journal of Experimental Education*, 56(3), 142-147.
- Marcus, N., Cooper, M., & Sweller, J. (1996). Understanding instructions. *Journal of Educational Psychology*, 88, 49-63.
- Margueratt, D. (2007). *Improving learners motivation through enhanced instructional design*. Unpublished master's thesis. Athabasca University, Athabasca, Canada.
- Markland, D., & Hardy, L. (1997). On the factorial and construct validity of the Intrinsic Motivation Inventory: Conceptual and operational concerns. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68, 20-32.
- Martens, R. L., Gulikers, J., & Bastiaens, T. (2004) The impact of intrinsic motivation on e-learning in authentic computer tasks. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 368–376.
- Mawer, R. F., & Sweller, J. (1982). Effects of subgoal density and location on learning during problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 252-259.
- Mayer, R. E. (1976). Some conditions of meaningful learning for computer programming: Advance organizers and subject control of frame order. *Journal of Educational Psychology*, 68(2), 143-150.
- Mayer, R. E. (1989). Models for understanding. *Review of Educational Research*, 59, 43–64.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 43-52.
- Means, T. B., Jonassen, D. H., & Dwyer, R. M. (1997). Enhancing relevance: Embedded ARCS strategies vs. purpose. *Educational Technology, Research and Development*, 45(1), 5–18.
- Merrill, M. D. (1975). Learner control: beyond aptitude-treatment interactions. *AV Communication Review*, 23(2), 217-226.
- Merrill, M. D. (1983). Component display theory. In C. M. Reigeluth. (Ed.), *Instructional-design theories and models* (pp. 279-334). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Merrill, M. D. (1984). What is learner control? In R. K. Bass & C. D. Dills (Eds.), *Instructional development: The state of the art II*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt (ERIC Document Reproduction Service No. ED298905).
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43-59.
- Merrill, M. D. (2002). Instructional strategies and learning styles: Which takes precedence?. In R. A. Reiser & J. V. Dempsey (Eds.), *Trends and issues in instructional technology*. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Mihalca, L., Salden, R. J. C. M., Corbalan, G., Paas, F., & Miclea, M. (2011). Effectiveness of cognitive-load based adaptive instruction in genetics education. *Computers in Human Behavior*, 27, 82-88.

- Milheim, W. D. (1989, February). *Perceived attitudinal effects of various types of learner control in an interactive video lesson*. Paper presented at the annual meetings of the Association for Educational Communications and Technology, Dallas, TX. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 308 828)
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, *63*, 81–97.
- Mischel, W., & Shoda, Y. (1995). A cognitive-affective system theory of personality: Reconceptualizing situations, dispositions, dynamics, and invariance in personality structure. *Psychological Review*, *102*, 246–268.
- Moller, A. C., Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2006). Choice and ego-depletion: The moderating role of autonomy. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *32*, 1024–1036.
- Moller, L. (1993). *The effects of confidence building strategies on learner motivation and achievement*. Unpublished doctoral dissertation, Purdue University, West Lafayette.
- Moos, D. C., & Azevedo, R. (2008). Self-regulated learning with hypermedia: The role of prior domain knowledge. *Contemporary Educational Psychology*, *33*, 270–298.
- Moreno, F. J., Reina, R., Luis, V., & Sabido, R. (2002). Visual search strategies in experienced and inexperienced gymnastic coaches. *Perceptual and Motor Skills*, *95*, 901–902.
- Moreno, R. (2010). Cognitive load theory: more food for thought. *Instructional Science*, *38*(2), 135–141.
- Morrison, G. R., Ross, S. M., & Baldwin, W. (1992). Learner control of context and instructional support in learning elementary school mathematics. *Educational Technology, Research and Development*, *40*, 5–13.
- Muraven, M., & Baumeister, R. F. (2000). Self-regulation and depletion of limited resources: Does self-control resemble a muscle?. *Psychological Bulletin*, *126*, 247–259.
- Muraven, M., Baumeister, R. F., & Tice, D. M. (1999). Self-control as limited resource: Regulatory depletion patterns. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*, 774–789.
- Murphy, P. K., & Alexander, P. A. (2002). What counts? The predictive powers of subject-matter knowledge, strategic processing, and interest in domain-specific performance. *The Journal of Experimental Education*, *70*(3), 197–214.
- Naime-Diefenbach, B. (1991). *Validation of attention and confidence as independent components of the ARCS motivational model*. Unpublished doctoral dissertation, Florida State University, Tallahassee.
- Niemiec, R. P., Sikorski, C., & Walberg, H. J. (1996). Learner-control effects: A review of reviews and a meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, *15*(2), 157–174.
- Overskeid, G., & Svartdal, F. (1996). Effects of reward on subjective autonomy and interest when initial interest is low. *The Psychological Record*, *46*, 319–331.
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, *84*, 429–434.
- Paas, F., & Kester, L. (2006). Learner and information characteristics in the design of powerful learning environments. *Applied Cognitive Psychology*, *20*(3), 281–285.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, *38*, 1–4.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional Science*, *32*, 1–8.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. K., & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, *38*, 63–71.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Van Merriënboer, J. J. G., & Darabi, A. A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational Technology Research and Development*, *53*(3), 25–34.
- Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors*, *35*, 737–743.
- Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (1994a). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, *6*, 51–71.
- Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (1994b). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, *86*, 122–133.
- Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G., & Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and Motor Skills*, *79*, 419–430.
- Paris, S. G., & Oka, E. (1986). Children's reading strategies, metacognition and motivation. *Developmental Review*, *6*, 25–86.
- Paris, S. G., & Winograd, P. (1990). How metacognition can promote academic learning and instruction. In B. F. Jones & L. Idol (Eds.), *Dimensions of tinkering and cognitive instruction* (pp. 15–51) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Park, O., & Lee, J. (2003). Adaptive instructional systems. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*, 2nd Ed. (pp. 651–684). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Park, O., & Tennyson, R. D. (1980). Adaptive design strategies for selecting number and presentation order of examples in coordinate concept acquisition. *Journal of Educational Psychology, 72*, 362–370.
- Park, O., & Tennyson, R. D. (1986). Computer-based response-sensitive design strategies for selecting presentation form and sequence of examples in learning of coordinate concepts. *Journal of Educational Psychology, 78*, 23–28.
- Parker, L. E., & Lepper, M. R. (1992). Effects of fantasy contexts on children's learning and motivation: Making learning more fun. *Journal of Personality and Social Psychology, 62*, 625–633.
- Patall, E. A., Cooper, H., & Robinson, J. C. (2008). The effects of choice on intrinsic motivation and related outcomes: A meta-analysis of research findings. *Psychological Bulletin, 134*(2), 270-300.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods (2nd Ed.)*. Newbury Park, CA: Sage.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods (3rd Ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Pekrun, R. (1992). The impact of emotions on learning and achievement: Towards a theory of cognitive/motivational mediators. *Applied Psychology, 41*, 359–376.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: a program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist, 37*(2), 91-105.
- Perry, N. P., Van de Kamp, K. O., Mercer, L. K., & Nordby, C. N. (2002). Investigating teacher-student interactions that foster self-regulated learning. *Educational Psychologist, 37*, 5–15.
- Peterson, L. & Peterson, M. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology, 58*, 193–198.
- Peterson, P. L., Janicki, T. C., & Swing, S. (1981). Ability X treatment interaction effects on children's learning in large-group and small-group approaches. *American Educational Research Journal, 18*, 453–473.
- Pintrich, P. R. (1988a). A process-oriented view of student motivation and cognition. In J. S. Stark & L. Mets (Eds.), *Improving teaching and learning through research: New directions for institutional research* (Vol.57, pp. 65-79). San Francisco: Jossey-Bass.
- Pintrich, P. R. (1988b). Student learning and college teaching. In R.E. Young & K. E. Eble (Eds.), *College teaching and learning: preparing for new commitments. New directions for teaching and learning* (Vol. 33, pp. 71-86). San Francisco: Jossey-Bass.
- Pintrich, P. R. (1989). The dynamic interplay of student motivation and cognition in the college classroom. In M. L. Maehr & C. Ames (Eds.), *Advances in motivation and achievement: Motivation-enhancing environments* (Vol. 6, pp. 117–160). Greenwich, CT: JAI.
- Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research, 31*, 459–470.
- Pintrich, P. R. (2000a). Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psychology, 92*, 544–555.
- Pintrich, P. R. (2000b). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451–502). San Diego, CA: Academic Press.
- Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology, 95*, 667–686.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology, 82*, 33-40.
- Pintrich, P. R., & Schrauben, B. (1992). Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks. In D. H. Schunk & J. L. Meece (Eds.), *Student perceptions in the classroom* (pp.149–183). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (2nd Ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Pintrich, P. R., & Zusho, A. (2002). The development of academic self-regulation: The role of cognitive and motivational factors. In A. Wigfield & J. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp.249–284). San Diego, CA: Academic Press.
- Pirolli, P., & Recker, M. (1994). Learning strategies and transfer in the domain of programming. *Cognition and Instruction, 12*, 235-275.
- Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction, 12*, 61-86.
- Pollock, J. C., & Sullivan, H. J. (1990). Practice mode and learner control in computer-based instruction. *Contemporary Educational Psychology, 15*(3), 251-260.
- Pressey, S. L. (1926). A simple apparatus which gives tests and scores and teaches. *School and Society, 23*, 373–376.
- Pressey, S. L. (1927). A machine for automatic teaching of drill material. *School and Society, 25*, 1–14.
- Pressley, M., & Afflerbach, P. (1995). *Verbal protocols of reading: The nature of constructively responsive reading*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Quilici, J. L., & Mayer, R. E. (1996). Role of examples in how students learn to categorize statistics word problems. *Journal of Educational Psychology, 88*, 144-161.
- Quilici, J. L., & Mayer, R. E. (2002). Teaching students to recognize structural similarities between statistics word problems. *Applied Cognitive Psychology, 16*, 325-342.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin, 124*, 372-422.
- Reeve, J. (1996). *Motivating others*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Reeve, J., Nix, G., & Hamm, D. (2003). Testing models of the experience of self-determination in intrinsic motivation and the conundrum of choice. *Journal of Educational Psychology, 95*, 375-392.
- Reigeluth, C. M. (1999). The elaboration theory: Guidance for scope and sequence decisions. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, vol. II, (pp. 424-453). Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Reigeluth, C. M., & Stein F. S. (1983). The elaboration theory of instruction In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models* (pp. 335-382). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Reingold, E. M., Charness, N., Pomplun, M., & Stampe, D. M. (2001). Visual span in expert chess players: Evidence from eye movement. *Psychological Science, 12*, 48-55.
- Reiser, R. A. (1987). Instructional technology: A history. In R. M. Gagné (Ed.), *Instructional technology: Foundations* (pp. 11-48). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reisslein, J., Atkinson, R. K., Seeling, P., & Reisslein, M. (2006). Encountering the expertise reversal effect with a computer-based environment on electrical circuit analysis. *Learning and Instruction, 16*, 92-103.
- Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science, 21*, 1-29.
- Renkl, A. (1999). Learning mathematics from worked-out examples: Analyzing and fostering self-explanations. *European Journal of Psychology of Education, 14*, 477-488.
- Renkl, A. (2002). Learning from worked-out examples: Instructional explanations supplement self-explanations. *Learning and Instruction, 12*, 149-176.
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2001, August). *The effects of gradually increasing problem-solving demands in cognitive skill acquisition*. Paper presented at the 9th Conference of the European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI), Fribourg, Switzerland.
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist, 38*, 15-22.
- Renkl, A., Atkinson, R. K., & Maier, U. H. (2000). From studying examples to solving problems: Fading worked-out solution steps helps learning. In L. Gleitman & A. K. Joshi (Eds.), *Proceeding of the 22nd Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 393-398). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Renkl, A., Atkinson, R. K., Maier, U. H., & Staley, R. (2002). From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. *Journal of Experimental Education, 70*, 293-315.
- Ross, S. M., & Morrison, G. R. (1986). Adaptive instructional strategies for teaching rules in mathematics. *Educational Communication and Technology Journal, 30*, 67-74.
- Ross, S. M., & Morrison, G. R. (1988). Adapting instruction to learner performance and background variables. In D. H. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for microcomputer courseware* (pp. 227-243). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ross, S. M., Morrison, G. R., & O'Dell, J. K. (1988). Obtaining more out of less text in CBI: Effects of varied text density as a function of learner characteristics and control strategy. *Educational Communications and Technology Journal, 36*(3), 131-142.
- Ross, S. M., Morrison, G. R., & O'Dell, J. K. (1989). Uses and effects of learner control of context and instructional support computer-based instruction. *Educational Technology, Research and Development, 37*, 29-39.
- Ross, S. M., & Rakow, E. A. (1981). Learner control versus program control as adaptive strategies for selection of instructional support on math rules. *Journal of Educational Psychology, 73*(5), 745-753.
- Ross, T. C. (1989). Distinguishing types of superficial similarities: Different effects on the access and the use of earlier problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 15*, 456-468.
- Rossett, A., & Gautier-Downes, J. (1991). *A handbook of job-aids*. San Diego, CA: Pfeiffer
- Rothen, W., & Tennyson, R. D. (1978). Application of Bayes' theory in designing computer-based adaptive instructional strategies. *Educational Psychologist, 12*, 317-323.
- Rotter, J. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs, 80*(1), 1-28.
- Ryan, R. M. (1982). Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology, 43*, 450-461.

- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being. *American Psychologist*, *55*, 68–78.
- Ryan, R. M., Mims, V., & Koestner, R. (1983). Relation of reward contingent and interpersonal context to intrinsic motivation: A review and test using cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, *45*, 736-750.
- Salden, R. J. C. M., Paas, F., Broers, N. J., & Van Merriënboer, J. J. G. (2004). Mental effort and performance as determinants for the dynamic selection of learning tasks in Air Traffic Control training. *Instructional Science*, *32*, 153-172.
- Salden, R. J. C. M., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2006). Personalized task selection in Air Traffic Control: Effects on training efficiency and transfer. *Learning and Instruction*, *16*, 350-362.
- Salden, R. J. C. M., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2006). A comparison of approaches to learning task selection in the training of complex cognitive skills. *Computers in Human Behavior*, *22*, 321-333.
- Salomon, G. (1983). The differential investment of mental effort in learning from different sources. *Educational Psychologist*, *18*(1), 42-50.
- Salomon, G., & Gardner, H. (1986). The computer as educator: Lessons from television research. *Educational Researcher*, *15*(1), 13-19.
- Savelsbergh, E. R., de Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. M. (2002). Situational knowledge in physics: The case of electrodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(10), 928-951.
- Scandura, J. M. (1983). Instructional strategies based on the structural learning theory. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (pp. 213–249). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Scheiter, K., & Gerjets, P. (2007). Learner control in hypermedia environments. *Educational Psychology Review*, *19*, 285-307.
- Scheiter, K., Gerjets, P., Vollmann, B., & Catrambone, R. (2009). The impact of learner characteristics on information utilization strategies, cognitive load experienced, and performance in hypermedia learning. *Learning and Instruction*, *5*, 387-401.
- Scheiter, K., & Van Gog, T. (2009). Using eye tracking in applied research to study and stimulate the processing of information from multi-representational sources. *Applied Cognitive Psychology*, *23*, 1209-1214.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, *26*, 299–323.
- Schnackenberg, H. L., & Sullivan, H. J. (2000). Learner control over full and lean computer-based instruction under differing ability levels. *Educational Technology, Research and Development*, *48*, 19-35.
- Schnotz, W., & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, *19*(4), 469-508.
- Schraw, G., Flowerday, T., & Reisetter, M. F. (1998). The role of choice in reader engagement. *Journal of Educational Psychology*, *90*, 705–714.
- Schunk, D. H. (1985). Self-efficacy and school learning. *Psychology in the Schools*, *22*, 208-223.
- Schunk, D. H. (1989). Self-efficacy and achievement behaviors. *Educational Psychology Review*, *1*(3), 173-208.
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (1994). *Self-regulation of learning and performance : Issues and educational applications*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schwartz, B. (2000). Self-determination: The tyranny of freedom. *American Psychologist*, *55*, 79–88.
- Schwonke, R., Berthold, K., & Renkl, A. (2009). How multiple external representations are used and how they can be made more useful. *Applied Cognitive Psychology*, *23*, 1227-1243.
- Segers, M., Dochy, F., & Cascallar, E. (2003). *Optimizing new modes of assessment: In search of qualities and standards*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Seidel, R. J., & Park, O. (1994). An historical perspective and a model for evaluation of intelligent tutoring systems. *Journal of Educational Computing Research*, *10*, 103–128.
- Seufert, T., & Brünken, R. (2006). Cognitive load and the format of instructional aids for coherence formation. *Applied Cognitive Psychology*, *20*, 321–331.
- Shute, V. J., & Psotka, J. (1995). Intelligent tutoring systems: Past, present and future. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*. New York: Scholastic.
- Shute, V. J., & Towle, B. (2003). Adaptive e-learning. *Educational Psychologist*, *38*(2), 105–114.
- Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2008). Adaptive technologies. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Van Merriënboer, & M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 3rd Ed., (pp. 277-294). Lawrence Erlbaum Associates.
- Shyu, H. Y., & Brown, S. W. (1992). Learner control versus program control in interactive videodisc instruction: What are the effects in procedural learning? *International Journal of Instructional Media*, *19*, 85-96.

- Singhanayok, C., & Hooper, S. (1998). The effects of cooperative learning and learner control on students' achievement, option selections, and attitudes. *Educational Technology, Research and Development, 46*(2), 17-32.
- Skinner, B. F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review, 24*, 86-97.
- Skinner, B. F. (1958). The teaching machines. *Science, 128*, 969-977.
- Snow, R. E. (1980). Aptitude, learner control, and adaptive instruction. *Educational Psychologist, 15*, 151-158.
- Snow, R. E. (1986). Individual differences and the design of educational program. *American Psychologist, 41*, 1029-1039.
- Snow, R. E. (1989). Toward assessment of cognitive and conative structures in learning. *Educational Researcher, 18*(9), 8-14.
- Snow, R. E. (1989). Aptitude-treatment interaction as a framework for research on individual differences in learning. In P. L. Ackerman, R. J. Sternberg, & R. Glaser (Eds.), *Learning and individual differences. Advances in theory and research* (pp. 13-59). New York: W. H. Freeman.
- Snow, R. E. (1994). Abilities in academic tasks. In R. J. Sternberg & R. K. Wagner (Eds.), *Mind in context: Interactionist perspectives on human intelligence* (pp. 3-37). Cambridge, U. K.: Cambridge University Press.
- Snow, R. E., & Swanson, J. (1992). Instructional psychology: Aptitude, adaptation, and assessment. *Annual Review of Psychology, 43*, 583-626.
- Song, S. H., & Keller, J. M. (1999, February). *The ARCS model for developing motivationally-adaptive computer-assisted instruction*. Paper presented at the Association for Educational Communications and Technology, Houston, TX.
- Song, S. H., & Keller, J. M. (2001). Effectiveness of motivationally adaptive computer-assisted instruction on the dynamic aspects of motivation. *Educational Technology, Research and Development, 49*, 5-22.
- Stark, R., Mandl, H., Gruber, H., & Renkl, A. (2002). Conditions and effects of example elaboration. *Learning and Instruction, 12*(1), 39-60.
- Steele-Johnson, D., Beauregard, R. S., Hoover, P. B., & Schmidt, A. M. (2000). Goal orientation and task demand effects on motivation, affect, and performance. *Journal of Applied Psychology, 85*, 724-738.
- Steinberg, E. R. (1977). Review of student control in computer-assisted instruction. *Journal of Computer-Based Instruction, 3*, 84-90.
- Steinberg, E. R. (1989). Cognition and learner control: A literature review, 1977-1988. *Journal of Computer-Based Instruction, 16*, 117-121.
- Steinberg, L., Cauffman, E., Woolard, J., Graham, S., & Banich, M. (2009). Are adolescents less mature than adults? Minors' access to abortion, the juvenile death penalty, and the alleged APA "flip-flop". *American Psychologist, 67*, 583-594.
- Sternberg, R. J. (1997). *Thinking styles*. New York: Cambridge University Press.
- Stone, N. (2000). Exploring the relationship between calibration and self-regulated learning. *Educational Psychology Review, 12*, 437-475.
- Sweller, J. (1983). Control mechanisms in problem solving. *Memory and Cognition, 11*, 32-40.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science, 12*, 257-285.
- Sweller, J. (1993). Some cognitive processes and their consequences for the organisation and presentation of information. *Australian Journal of Psychology, 45*, 1-8.
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Melbourne: ACER.
- Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science, 32*, 9-31.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19-30). New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (2005). The redundancy principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 159-167). New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction, 8*, 351-362.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction, 12*(3), 185-233.
- Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P., & Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General, 119*, 176-192.
- Sweller, J., & Levine, M. (1982). Effects of goal specificity on means-ends analysis and learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 8*, 463-474.
- Sweller, J., Mawer, R. F., & Howe, W. (1982). Consequences of history-cued and means-end strategies in problem solving. *American Journal of Psychology, 95*, 455-483.
- Sweller, J., Mawer, R., & Ward, M. (1983). Development of expertise in mathematical problem solving. *Journal of Experimental Psychology General, 12*, 639-661.
- Sweller, J., & Sweller, S. (2006). Natural information processing systems. *Evolutionary Psychology, 4*, 434-458.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*, 251-296.

- Taylor, K. L., & Dionne, J. P. (2000). Accessing problem-solving strategy knowledge: The complementary use of concurrent verbal protocols and retrospective debriefing. *Journal of Educational Psychology, 92*, 413-425.
- Taylor, S. (1989). *Positive illusions: Creative self-deception and the healthy mind*. New York: Basic Books.
- Tennyson, R. D., & Buttrey, T. (1980). Advisement and management strategies as design variables in computer-assisted instruction. *Educational Communication and Technology Journal, 28*, 169-176.
- Tennyson, R. D., & Christensen, D. L. (1988). MAIS: An intelligent learning system. In D. Jonassen (Ed.), *Instructional designs for micro-computer courseware* (pp. 247-274). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Tennyson, R. D., & Park, O.-C. (1984). Computer-based adaptative instructional systems: A review of empirically based models. *Machine-Mediated Learning, 1*(2), 129-153.
- Tennyson, R. D., Park, O.-C., & Christensen, D. L. (1985). Adaptative control of learning time and content sequence in concept learning using computer-based instruction. *Journal of Educational Psychology, 77*(4), 481-491.
- Thorndike, E. L. (1911). *Individuality*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Thorndike, E. L. (1913). *The psychology of learning: Educational psychology II*. New York: Teachers College Press.
- Tobias, S. (1976). Achievement-treatment interactions. *Review of Educational Research, 46*, 61-74.
- Tobias, S. (1985). Test anxiety: Interference, defective skills, and cognitive capacity. *Educational Psychologist, 20*, 135-142.
- Tobias, S. (1987). Learner characteristics. In R. Gagné (Ed.), *Instructional technology: Foundations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tobias, S. (1989). Another look at research on the adaptation of instruction to student characteristics. *Educational Psychologist, 24*, 213-227.
- Tobias, S. (1994). Interest, prior knowledge, and learning. *Review of Educational Research, 64*, 37-54.
- Tobias, S., & Federico, P. A. (1984). Changing aptitude-achievement relationships in instruction: A comment. *Journal of Computer-Based Instruction, 11*, 111-112.
- Tuovinen, J. E., & Paas, F. (2004). Exploring multidimensional approaches to the efficiency of instructional conditions. *Instructional Science, 32*, 133-152.
- Tuovinen, J. E., & Sweller, J. (1999). A comparison of cognitive load associated with discovery learning and worked examples. *Journal of Educational Psychology, 91*, 334-341.
- Turner, J. C., & Patrick, H. (2008). How does motivation develop and how does it change? Reframing motivation research. *Educational Psychologist, 43*, 119-131.
- Underwood, G., Chapman, P., Brocklehurst, N., Underwood, J., & Crundall, D. (2003). Visual attention while driving: Sequences of eye fixations made by experienced and novice drivers. *Ergonomics, 46*, 629-646.
- Van Gog, T., Ericsson, K. A., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2005). Instructional design for advanced learners: Establishing connections between the theoretical frameworks of cognitive load and deliberate practice. *Educational Technology Research and Design, 53*(3), 73-81.
- Van Gog, T., Kester, L., Nievelstein, F., Giesbers, B., & Paas, F. (2009). Uncovering cognitive processes: Different techniques that can contribute to cognitive load research and instruction. *Computers in Human Behavior, 25*, 325-331.
- Van Gog, T., Kostons, D., Azevedo, R., Paas, F. (2010). *Enhancing the effectiveness of self-regulated learning: A cognitive load perspective*. Manuscript submitted for publication.
- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2004). Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instructional Science, 32*, 83-98.
- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2005). Uncovering expertise-related differences in troubleshooting performance: Combining eye movement and concurrent verbal protocol data. *Applied Cognitive Psychology, 19*, 205-221.
- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2006). Effects of process-oriented worked examples on troubleshooting transfer performance. *Learning and Instruction, 16*, 154-164.
- Van Gog, T., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G., & Witte, P. (2005). Uncovering the problem-solving process: Cued retrospective reporting versus concurrent and retrospective reporting. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 11*, 237-244.
- Van Gog, T., & Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction, 20*, 95-99.
- Van Gerven, P. W. M., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G., & Schmidt, H. G. (2004). Memory load and the cognitive pupillary response in aging. *Psychophysiology, 41*, 167-174.
- VanLehn, K., & Jones, R. M. (1993). Better learners use analogical problem solving sparingly. In P. E. Utgoff (Ed.), *Machine Learning: Proceedings of the Tenth Annual Conference*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.
- VanLehn, K., & Jones, R. M. (1993). Learning by explaining examples to oneself: A computational model. In S. Chipman & F. A. L. Meyrowitz (Eds.) *Foundations of knowledge acquisition: Cognitive models of complex learning*. Boston: Kluwer Academic Publishing.

- Van Merriënboer, J. J. G. (1997). *Training complex cognitive skills: A four component instructional design model*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology Research and Development, 53*(3), 5–13.
- Van Merriënboer, J. J. G., Clark, R. E., & de Croock, M. B. M. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational Technology, Research and Development, 50* (2), 39-64.
- Van Merriënboer, J. J. G., & de Croock, M. B. M. (1992). Strategies for computer-based programming instruction: Program completion vs. program generation. *Journal of Educational Computing Research, 8*, 365-394.
- Van Merriënboer, J. J. G., de Croock, M. B. M., & Jelsma, O. (1997). The transfer paradox: Effects of contextual interference on retention and transfer performance of a complex cognitive skill. *Perceptual and Motor Skills, 84*, 784-786.
- Van Merriënboer, J. J. G., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational Psychologist, 38*, 5–14.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1989). Automation and schema acquisition in learning elementary computer programming: Implications for the design of practice. *Computers in Human Behavior, 6*, 273–289.
- Van Merriënboer, J. J. G., Schuurman, J. G., de Croock, M. B. M., & Paas, F. (2002). Redirecting learners' attention during training: Effects on cognitive load, transfer test performance and training efficiency. *Learning and Instruction, 12*, 11-37.
- Van Merriënboer, J. J. G., Sluijsmans, D., Corbalan, G., Kalyuga, S., Paas, F., & Tattersall, C. (2006). Performance assessment and learning task selection in complex learning environments. In J. Elen & R.E. Clark (Eds.), *Handling complexity in learning environments: Theory and research*, Elsevier Ltd.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review, 17*, 147-177.
- Van Someren, M. W., Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. C. (1994). *The think aloud method: A practical guide to modeling cognitive processes*. London: Academic Press.
- Visser, J., & Kelier, J. M (1990). The clinical use of motivational messages: An inquiry into the validity of the ARCS model of motivational design. *Instructional Science, 19*, 467-500.
- Volet, S. E. (1997). Cognitive and affective variables in academic learning: The significance of direction and effort in students' goals. *Learning and Instruction, 7*(3), 235-254.
- Wang, M. (1980). Adaptive instruction: Building on diversity. *Theory into Practice, 19*, 122–128.
- Weiner, B. (1990). History of motivational researcher in education. *Journal of Educational Psychology, 82*, 616–622.
- Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock (Ed), *Handbook of research on teaching* (pp. 315-327), New York: Macmillan.
- Wigfield, A. (1994). Expectancy: Value theory of achievement motivation—A developmental perspective. *Educational Psychology Review, 6*, 49–78.
- Wigfield, A., & Eccles, J. (1989). Test anxiety in elementary and secondary school students. *Educational Psychologist, 24*, 159-183
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy: Value theory of motivation. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 68–81.
- Wigfield, A., Eccles, J. S., Yoon, K. S., Harold, R. D., Arbretton, A., Freedman-Doan, C., et al. (1997). Changes in children's competence beliefs and subjective task values across the elementary school years: A 3-year study. *Journal of Educational Psychology, 89*, 451–469.
- White, B. Y., Shimoda, T. A., & Frederiksen, J. R. (1999). Enabling students to construct theories of collaborative inquiry and reflective learning: Computer support for metacognitive development. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 10*, 151-182.
- Williams, M. D. (1993). A comprehensive review of learner-control: The role of learner characteristics. In M. R. Simonson & A. Dristen (Eds.), *Proceedings of the Annual Conference of the Association for Educational Communications and Technology* (pp. 1083-1114). New Orleans, LA: Association for Educational Communications and Technology.
- Williams, M. D. (1996). Learner-control and instructional technologies. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 957-982). New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Williams, S. (1998). An organizational model of choice: A theoretical analysis differentiating choice, personal control, and self-determination. *Genetic, Social & General Psychology Monographs, 124*, 465–492.
- Wilson, B. G., & Jonassen, D. H. (1989). Hypertext and instructional design: Some preliminary guidelines. *Performance Improvement Quarterly, 2*(3), 34-49.
- Winne, P. H. (1995). Self-regulation is ubiquitous but its forms vary with knowledge. *Educational Psychologist, 30*(4), 223-228.

- Winne, P. H. (2001). Self-regulated learning viewed from models of information processing. In B. J. Zimmerman and D. H. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives*, 2nd Ed. (pp. 153-189). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1997). Studying as self-regulated learning. In D. J. Hacker, J. Dunlosky & A. C. Graesser (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Winne, P. H., & Perry, N. E. (2000). Measuring self-regulated learning. In P. Pintrich, M. Boekaerts, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 531-566). Orlando, FL: Academic Press.
- Wolters, C. (1999). The relation between high school students' motivational regulation and their use of learning strategies, effort, and classroom performance. *Learning and Individual Differences, 11*, 281-299.
- Workman, M. (2004). Performance and perceived effectiveness in computer-based and computer-aided education: do cognitive styles make a difference? *Computers in Human Behavior, 20(4)*, 517-534.
- Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated learning. *Educational Psychology, 81*, 329-339
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). Academic Press: San Diego, CA.
- Zimmerman, B. J. (2001). Theories of self-regulated learning and academic achievement: An overview and analysis. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives*, 2nd Ed. (pp. 1-38). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Zimmerman, B. J. (2002). Achieving academic excellence: A self-regulatory perspective. In M. Ferrari (Ed.), *The pursuit of excellence through education* (pp. 85-110). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal, 45(1)*, 166-183.
- Zimmerman, B. J., & Bandura, A. (1994). Impact of self-regulatory influences on writing course attainment. *American Educational Research Journal, 31*, 845-862.
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (1997). Developmental phases in self-regulation: Shifting from process goals to outcome goals. *Journal of Educational Psychology, 89*, 29-36.
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (1999). Acquiring writing revision skill: Shifting from process to outcome self-regulatory goals. *Journal of Educational Psychology, 91*, 1-10.
- Zuckerman, M. (1971). Dimensions of sensation seeking. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 36(1)*, 45-52.
- Zuckerman, M., Porac, J., Lathin, D., Smith, R., & Deci, E. (1978). On the importance of self-determination for intrinsically-motivated behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin, 4*, 443-446.