

EVOLUȚIA SISTEMELOR DE E-LEARNING ȘI MEDIUL CLOUD

Electra MITAN

electra.mitan@ici.ro

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică - ICI București

Rezumat: Articolul prezintă evoluția sistemelor de e-learning, impactul pe care acestea l-au avut pe parcursul anilor precum și tendințele actuale, modul în care tehnologiile avansate au pătruns în sfera educației. Resurse software și hardware din ce în ce mai avansate au fost și sunt folosite pentru realizarea de cursuri și materiale didactice cu un bogat conținut educațional. Se subliniază utilizarea diversă a mijloacelor IT pentru sprijinirea și dezvoltarea învățării și a evaluării. Migrarea sistemelor de e-learning spre cloud, adică spre utilizarea resurselor care sunt livrate ca un serviciu prin rețeaua Internet este de viitor pentru sistemele de învățare electronică pentru că oferă multe avantaje tehnice, funcționale și financiare. Desigur, au fost subliniate și dezavantajele acestui fenomen, însă progresul societății informaționale impune luarea în considerare a acestei oportunități de dezvoltare.

Cuvinte cheie: învățare continuă, Internet, e-learning, cloud computing, servicii.

Abstract: The paper presents the evolution of e-learning systems, the impact that they have had over the years and current trends, how advanced technologies entered the field of education. Software and hardware resources in increasingly more advanced were and are used for the courses and teaching materials with rich educational content. It highlights the diverse use of IT means to support and develop learning and evaluation process. The migration of e-learning to the cloud, to use resources that are delivered as a service through Internet is the future for e-learning systems because it provides many technical, functional and financial advantages. Of course, disadvantages of this phenomenon were underlined, but information society progress requires consideration of this development opportunity.

Keywords: lifelong learning, Internet, e-learning, cloud computing, services.

1. Introducere

Istoric vorbind, transferul de cunoștințe între profesori și elevi s-a făcut de la om la om. Dezvoltarea în ultimii 20 de ani a telecomunicațiilor a influențat și evoluția domeniului educațional, ceea ce a condus la apariția unor metode de instruire care constituie o alternativă a celor tradiționale. Necesitatea pregătirii pe întreg parcursul vieții (*lifelong learning*) a condus la apariția învățământului continuu, la distanță, și de aici, a sistemelor de *e-learning*, care au avut un impact puternic; în prezent, tendințele au în vedere tehnologiile avansate care au pătruns puternic în sfera educației. Resurse *software* și *hardware* tot mai avansate sunt incluse în procesul de dezvoltare a aplicațiilor care oferă cursuri și materiale didactice, cu bogat conținut educațional, sprijinind învățarea și evaluarea celor interesați.

2. Tipuri de educație

Diferențele dintre tipurile de învățământ vizează strategiile, metodele și tehnologiile folosite [3], așa cum au evoluat acestea de-a lungul timpului:

- *educație tradițională* – în tehnologia față în față, presupune discuții față în față, cu accent pe experiență, prin îndrumarea cursantului în laboratoare, săli de clasă, studii de caz;
- *educație prin colaborare* – în tehnologie colaborativă, presupune discuții la distanță, lucrul în grup, clase virtuale *on-line*, laboratoare virtuale, sesiuni colaborative, video-conferințe;
- *educație prin interacțiune* – în tehnologie multimedia, presupune educație interactivă, simulare, joc; este învățare asistată de calculator;
- *educație prin Internet* – în tehnologie Internet, presupune studiu individual, asistat de la distanță de un tutore; există cursuri, cărți, documentații, conferințe *web*, materiale video.

Educația la distanță a presupus doar existența conținutului și abilitatea scrierii mesajelor folosind mijloace specifice și infrastructura ce facilitează comunicarea.

În istoria evoluției educației la distanță s-au parcurs mai multe etape semnificative:

- *educație prin corespondență* – folosind

materialul tipărit și serviciile poștale;

- *educație prin radio* – pentru promovare culturală, informare, socializare, divertisment, cu caracter unidirecțional;
- *educație prin televiziune* – asemănătoare educației prin radio, pentru informare, educare, cu caracter unidirecțional;
- *educație prin Internet* – *e-learning* fără suport pe hârtie, cursuri stocate pe calculator, în format specific, cu posibilitate de accesare de către cursant, folosind un navigator de Internet, în ritm propriu;
- *educație prin videoconferință* – în încăperi special amenajate, dotate cu echipamente audio-video pentru transmitere în timp real, fiind necesar calculator cu acces la Internet, program de conectare la videoconferință care include facilități de comunicare de tip *chat*, *e-mail*, *whiteboard*;
- *educație prin tele-cursuri* – combinație între cursuri pe suport casetă video, ghid de studiu, cărți, proiecte, materiale tipărite, teste de evaluare, cu comunicare prin telefon, *e-mail*, conferințe sau în sala de curs;
- *educație prin tele-web-cursuri* – combinație între tele-cursuri și *e-learning*, cu comunicare prin Internet.

Dezvoltarea aplicațiilor electronice, în mediul academic / postacademic, a condus la evidențierea a trei feluri de învățare la distanță:

- *web-based learning* – cursuri electronice scrise cu ajutorul generatoarelor de *hypertext*;
- *e-books based learning* – cursuri sub formă de cărți electronice obișnuite, posibil de citit în biblioteci electronice;
- *e-learning services* – cursuri dezvoltate cu ajutorul generatoarelor care folosesc conținut digital, baze de date, tehnici de calcul pe Internet [7].

3. E-learning

În prezent, educația de tip *e-learning* este cea mai răspândită formă de învățământ la distanță, cu o evoluție garantată de progresul tehnologiei informației, un domeniu marcat de

schimbări rapide. În acest fel este asigurată menținerea la zi a cunoștințelor, impunându-se ca principală preocupare crearea cadrului necesar dezvoltării cursurilor și a materialelor didactice de *e-learning*.

E-learning definește tehnologiile educaționale bazate pe Internet care includ programe de învățare la distanță cu comunicare eficientă între persoanele implicate și posibilitatea transmiterii materialelor de studiu suplimentare personalizate conform nevoilor cursanților. În sens restrictiv, *e-learning* este tipul de educație la distanță cu experiența planificată de predare - învățare organizată de o instituție care furnizează *on-line* materiale ordonate logic, secvențial care să faciliteze asimilarea, în manieră proprie de către fiecare cursant. Distribuirea materialelor se face pe Internet și tot astfel are loc și comunicarea între participanții la procesul de *e-learning*: tutori / instructori, cursanți, administratori de sistem. Alți posibili utilizatori sunt de tip: autor / co-autor de curs, secretar, vizitator, în funcție de specificul și cerințele instituției care oferă programul de învățământ la distanță. Cursurile sunt concepute pentru a spori autonomia cursantului în dobândirea de cunoștințe și a răspunde necesității de a oferi conținut și instrumente adaptabile la contexte și probleme diferite pentru a susține învățarea continuă. Informația conținută în curs este predată flexibil, este adaptabilă și actualizată periodic.

Componentele demersului didactic tradițional – planificare, conținut, metodologie, interacțiune, suport, evaluare – se regăsesc la nivelul învățământului universitar și respectiv cursurilor pentru adulți. Dacă învățământul tradițional este organizat pe grupe de vârstă, cel *on-line* este organizat pe subiecte, cu participanți de vârste, pregătire, experiență diferite și care provin din orice zonă geografică.

Educația la distanță, furnizată pe Internet, are la bază tehnologii sincrone (*chat*, conferințe audio-video, *whiteboard*) – centrate pe participanți (interacțiune simultană la un moment dat, folosind tehnologii Internet) și respectiv tehnologii asincrone (*www*, *e-mail*, *FTP*, *newsgroups*) – centrate pe calculator (interacțiune prin intermediul unui calculator cu conexiune Internet). În prezent, sistemele de *e-learning* combină cele două tehnologii.

3.1 Modele de e-learning

Modelele de e-learning dezvoltate până în prezent, pe baza celor din sistemul de învățământ tradițional constituie soluții educaționale la fel sau chiar mai bune ale modelelor clasice. Sunt în număr de trei:

- *modelul individual (self-directed)* – adresat cursanților cu experiență în dezvoltare profesională continuă; un *web server* furnizează *hosting* pentru pagini *web*, prezentări multimedia, prezentări audio-video etc.; nu există tutore, nu există mecanisme de comunicare între cursanți; într-o bază de date se regăsesc toate modificările făcute de utilizatori;
- *modelul cu facilități de comunicare (facilitated)* – combină modelul individual cu facilități de comunicare (*e-mail*, forum de discuții) unde are loc transferul documentelor; administratorul cursului facilitează accesul la informație al cursanților și răspunde la întrebările acestora;
- *modelul avansat (advanced)* – folosește tehnologie *web* pentru mecanismul procesului educațional, tehnici de transmisie audio-video în timp real, videotelefon, videoconferință, *chat*, *whiteboard*, transfer *on-line* de fișiere, ce au fost adăugate modelului cu facilități de comunicare; există administrator, tutorele controlează procesul educațional.

3.2 Standarde de e-learning

Standardele de e-learning pentru creare și administrare conținut cursuri *on-line* sunt acceptate de organizațiile care activează în domeniu, ceea ce conduce la reducerea costurilor de elaborare a conținutului și scăderea prețului materialelor. Aceste standarde sunt tehnice (format grafic, format de împachetare, secvențiere, management software) pentru transfer între platforme și medii de programare. Sunt două tipuri de standarde: cele certificate prin lege (IEEE LTSC, ISO/IECJTC1/SC36, CEN/ISSS, IMS, SCORM, OKI etc.) și cele adoptate și utilizate (TCP/IP, HTTP, HTML).

Standardele e-learning au caracteristici ca: reutilizare (resursele utilizate în programe diferite, cu setări diferite, pentru profiluri

diferite, de persoane instruite), durabilitate (tehnologia asigură evitarea elementelor demodate), gestiune (urmărirea informațiilor despre conținut, cursanți), scalabilitate (tehnologii configurate cu funcționalitate extinsă), interoperabilitate (interacțiuni transparentă între sisteme, organizații etc.), accesibilitate (diverse persoane instruite cu profiluri diferite pot accesa / asambla conținutul).

3.3 Avantaje și dezavantaje e-learning

Programele e-learning prezintă următoarele avantaje: sistem de învățare personalizat, cu tehnologii dinamice și interactive, metode pedagogice diverse, interacțiuni sincrone – asincrone, administrare și accesibilitate *on-line*, independență geografică, preț scăzut de distribuție.

Printre dezavantajele programelor e-learning se numără: rata mare de abandon a cursanților (favorizată de prezență, egalitate, stil de predare), necesitatea cunoștințelor în domeniul utilizării calculatoarelor, costuri ridicate de proiectare – dezvoltare – întreținere.

O analiză a costurilor pe capitole de cheltuieli (editură, dezvoltare curs, organizare curs, elaborare materiale didactice suplimentare, distribuție prin poștă), făcută pentru sistemul clasic de învățământ în comparație cu sistemul e-learning, arată că, în mod evident, cel de-al doilea se va dovedi mai profitabil; și aceasta pentru că în învățământul tradițional, editura, tot ce ține de organizarea cursului - costurile cu chiria sălilor / clădirilor, costurile de călătorie, cazare și mese, precum și salariile tutorilor, presupun un efort financiar foarte mare, în timp ce, de cealaltă parte, sunt costisitoare dezvoltarea cursului și realizarea de noi materiale didactice. Învățarea *on-line* înseamnă și materiale de curs mai ușor de distribuit, materiale de învățare reutilizabile, iar actualizările și revizuirile se pot edita ușor.

3.4 Platforme de e-learning

Platformele de e-learning au trecut prin diferite etape de la simple (2001), la cele de tip *enterprise* (2007) și portaluri (2011); acum se pune accentul pe conținut și colaborare, cursanții fiind în măsură să genereze conținut și să îl partajeze între ei.

Platforma de e-learning include proceduri

și instrumente dedicate studiului individual, în ritm propriu folosind mijloace diferite de studiu care se accesează ușor. Pentru utilizare sunt stabilite cerințe minime care vizează proceduri de înscriere, selectare cursanți, înregistrare, monitorizare, arhivare a informațiilor aferente serviciilor oferite cursanților, asigurarea comunicării între participanți (administrator, tutori, cursanți). Platforma include instrumente specializate pentru desfășurarea activităților educaționale *on-line*: instrumente de accesare conținut, de evaluare *on-line*, de comunicare și asigurarea securității. Realizarea unei platforme implică etape de: analiză și definire a obiectivelor cursurilor (condiții și termeni proces educațional, analiză profil cursanți), design-ul interfeței utilizator (ecrane, meniuri, opțiuni, structură și organizare cursuri), creare (concepție, interacțiuni, asamblare componente), evaluare (testare), lansare (distribuire) și presupune cunoștințe din domenii diferite: pedagogie, programare, securitatea informațiilor [1, 5].

Caracteristici platformă de *e-learning*:

- oferă interfață prietenoasă, adaptabilă, personalizată pe tipuri de utilizatori și drepturi de acces;
- instalare, configurare, administrare (gestiune foi matricole, orar / agendă, tutori, cursanți, administrator) ușoare;
- navigare ușoară, facilități de managementul conținutului;
- permite vizualizare și administrare conținut educațional (materiale interactive, tutoriale, exerciții simulare, jocuri educative);
- permite creare de conținut simplu, cu respectarea standardelor în vigoare;
- permite import / export de conținut din fișiere, arhive de resurse;
- permite modificare / editare conținut, construirea de cursuri proprii din componentele existente în funcție de tutori, oferă funcții de căutare după cuvinte cheie în baza de cunoștințe;
- oferă facilități de evaluare *on-line* a cursanților și monitorizarea activității acestora;
- oferă facilități de includere conținut educațional standardizat specific;
- oferă facilități de comunicare sigure, asigurând securitatea serviciilor de comunicare, colaborare;
- integrarea platformei cu aplicații specializate;
- facilități de management activități didactice, comunicare;
- posibilitatea de a trimite cursanților sondaje pentru evaluare curs.

Exemple: Blackboard Academic Suite (<https://ush.blackboard.com>), IBM LOTUS Learning Management System Solution (www.ibm.com/developerworks/lotus), Claroline (www.claroline.net), Atutor (www.atutor.ca), LogiCampus (logicampus.sourceforge.net), Moodle (www.moodle.com), AeL Enterprise (<http://www.advancedelearning.ro>).

4. Cloud computing

Cele șase etape ale paradigmei de calcul sunt: *mainframe computing*, calculatoare personale, rețele de calcul, *Internet computing*, *grid computing*, *cloud computing*.

Odată cu apariția și dezvoltarea rețelelor a început gruparea resurselor, apoi accesarea datelor și a aplicațiilor la distanță, schimbul de resurse și stocarea datelor într-un sistem distribuit de calcul pentru ca, în prezent, să se ajungă la o modalitate scalabilă și ușoară de partajare a resurselor pe Internet, *cloud-ul*.

Ca software în sine, este un produs al tehnologiei *Internet Computing* și aparține claselor *High Performance Computing* (HPC) și *High Networking* (HN). El reprezintă ansamblul distribuit de servicii (găzduire pentru servere, medii de stocare, resurse *hardware*, aplicații *business*) care oferă siguranța maximă a datelor și condiții tehnice ce garantează funcționarea neîntreruptă a aplicațiilor, chiar dacă utilizatorii nu cunosc amplasarea și configurația fizică a sistemelor care furnizează serviciile [4].

Cloud-ul are cinci caracteristici esențiale:

- acces la cerere, ori de câte ori este nevoie, în mod automat, fără interacțiune cu furnizorul;
- acces larg la rețea, prin intermediul diferitelor dispozitive: calculator, *laptop*, tabletă, *smartphone*;

- punerea în comun a resurselor fizice și virtuale care sunt alocate dinamic și redistribuite pentru optimizarea serviciilor, conform cererii;
- furnizare flexibilă de servicii, în mod automat, la scară, la nivelul cererii;
- măsurarea serviciilor pentru controlul automat și optimizarea alocării resurselor, conform tipului de serviciu.

4.1 Modele de servicii *cloud*

Furnizorii de *cloud* oferă trei modele de servicii [2]:

- software ca serviciu (*Software as a Service* - SaaS) – cel mai des utilizat model în care aplicațiile, în loc să fie instalate la client, sunt distribuite pe Internet, au disponibilitate ridicată, putând fi accesate oricând, de oriunde, de pe diferite dispozitive client; utilizatorul nu poate controla infrastructura, inclusiv servere, sisteme de operare, stocare, rețele însă i se pot permite setări limitate pentru configurare conform cerințelor aplicației specifice; prin urmare, o implementare simplificată și reducerea costurilor; exemple: Google Docs, Microsoft Office 365, Salesforce;
- platformă ca serviciu (*Platform as a Service* - PaaS) – oferă clienților servere virtuale pe care pot rula aplicațiile existente și, în plus, își pot dezvolta propriile aplicații, cu întregul lor ciclu de viață: proiectare, implementare, testare, funcționare, depanare, asistență fără a fi nevoie de întreținere / actualizare a sistemelor de operare; utilizatorul nu gestionează infrastructura, însă poate controla configurația serviciilor furnizate prin intermediul ei de platformă; se elimină costul și complexitatea cumpărării și gestionării de *hardware*, *software*, *hosting*; exemplu: Microsoft Azure;
- infrastructură ca serviciu (*Infrastructure as a Service* - IaaS) – oferă utilizatorului servere virtualizate, rețele, stocare, *software* de sistem; are potențialul să înlocuiască un întreg centru de date și constituie soluție eficientă în problema dependenței de un singur server prin furnizarea mai multor puncte de intrare API ca PaaS care permite stocarea și

recuperarea datelor de la mai multe puncte; este eliminată cheltuiala de capital pentru implementare *hardware* și *software in-house*; exemple: Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS), Google Compute Engine, IBM SmartCloud Enterprise, Rackspace Open Cloud.

4.2 Modele de implementare a serviciului *cloud*

Tipurile de *cloud* furnizate utilizatorilor:

- *model public* – serviciu public disponibil 24/7, utilizat de un număr nedefinit de utilizatori, infrastructură partajată, acces partajat la Internet, administrare sisteme de operare, aplicații, date protejate la nivel virtualizat; costuri tip plată per utilizare (*pay-as-you-go*); folosit de specialiști IT ca mediu de testare, mediu de dezvoltare, găzduire *web*, e-aplicații; exemple: Windows Azure Services Platform, Amazon Web Services, Google AppEngine;
- *model privat* – serviciu disponibil 24/7 cu SLA (Service Level Agreement), utilizat de o singură organizație, infrastructură *hardware* și servicii de comunicații de date dedicate, configurație personalizată, securitate adaptată; costuri fixe, predictibile; folosit pentru: aplicații de *business*, sisteme de procesare baze de date, medii de rezervă din planul de recuperare în caz de dezastru, medii de salvare a datelor; exemple: VMWare, vCloud Director, OpenStack;
- *model hibrid* – serviciu public disponibil 24/7, utilizat de un număr nedefinit de utilizatori, infrastructură partajată, acces partajat la Internet, administrare sisteme de operare, aplicații; costuri tip plată per utilizare; folosit pentru sistemele IT la protejare pe un mediu de rezervă, la distribuirea în mai multe locații, la aliniere în caz de dezastru pentru continuitatea afacerii;
- *model de comunitate* – infrastructură partajată între mai multe organizații cu preocupări comune, fiind găzduit și administrat intern sau de către un terț; este o combinație a modelelor precedente pentru a rula aplicații / sisteme.

4.3 Avantaje și dezavantaje *cloud*

Avantajele majore ale utilizării *cloud* sunt următoarele:

- recuperarea datelor – posibilitate de *backup* periodic, pentru a preveni dezastrele naturale;
- reducerea costurilor – plată conform consumului și creșterea calității serviciilor, cu costuri reduse pentru infrastructura *hardware*;
- *brainstorming* – prin punerea într-un singur loc a mai multor oameni, ceea ce implică mai multe idei; fiecare membru al echipei poate accesa, partaja, edita documente în orice moment al lucrului în echipă, cu vizibilitate și posibilitate de colaborare;
- securitate – prin eliminarea posibilității de fraudă; documentele sunt disponibile de pe orice echipament în contul personal, datele putându-se accesa în regim la distanță direct, fără să intre în posesia altor utilizatori;
- lucrul la distanță – modern, datele fiind disponibile oricând, de oriunde, de pe orice dispozitiv de calcul.

La acestea se adaugă îmbunătățirea performanței calculatoarelor (la accesarea aplicațiilor în *cloud*, pentru că există mai puține programe și procese încărcate în memorie, calculatoarele au mai multe resurse disponibile și rulează mai repede) și creșterea puterii de calcul (un calculator cu mai puține programe accesate la nivel local are performanță mai bună), spațiu nelimitat de stocare, îmbunătățirea compatibilității între sistemele de operare (prin configurarea *cloud*-ului pentru a rula mai multe sisteme de operare în mod automat, utilizatorul se poate conecta și poate partaja documente cu calculatoarele pe care rulează Windows, Mac OS, Linux sau UNIX), *update* instant pentru *software* (utilizatorii au acces la cea mai nouă versiune de *software*, fără să fie nevoiți să facă ei înșiși *update*), reducerea problemelor legate de întreținere (sunt necesare mai puține servere, ceea ce înseamnă mai puțină infrastructură *hardware* și *software*, ceea ce se traduce prin reducerea timpului și a cheltuielilor de întreținere și/sau actualizare a serverelor), portabilitatea documentelor (disponibilitate imediată), mai

puține cerințe *hardware* pentru utilizatori (nu mai sunt necesare resurse *hardware* performante), facilitarea colaborării între grupuri (comunicare în timp real deoarece există o bună conexiune la Internet).

Dintre dezavantajele *cloud* se pot aminti: necesitatea unei conexiuni sigure la Internet (pentru aplicații și documente); accesul limitat datorat vitezei reduse a conexiunilor (în cazul conexiunilor *dial-up*, scade viteza de transfer a datelor și anumite *task*-uri devin practic imposibil de executat); securitatea datelor (securitatea *cloud* și a datelor se identifică; în cazul în care utilizatori neautorizați obțin acces în *cloud*, ei vor avea acces și la datele confidențiale stocate). Furnizorii pot vedea datele stocate în *cloud*; ba mai mult, aceștia nu respectă clauza de confidențialitate a datelor stocate. În privința costurilor, pe termen lung, de cele mai multe ori, acestea nu sunt mai mici comparativ cu sistemele tradiționale.

4.4 Furnizori de *cloud*

Alegerea unui furnizor de servicii *cloud* se face în funcție de:

- politica de prețuri (flexibilă, ajustabilă în funcție de cerințele reale);
- expertiza furnizorului (probitate legală, certificări și competențe necesare);
- gradul de încredere (serviciile oferite adaptabile cerințelor de lățime de bandă / puterii de calcul necesare la momentele de vârf ale procesării / stocării datelor);
- probitatea financiară (stabilitate financiară), administrare flexibilă (sistem de management cu interfață API pentru administrare, control și menținere eficientă a parametrilor serviciilor);
- orientarea către client (3 niveluri: slab - forumuri gratuite, orice altă formă fiind cu plată; mediu - un singur tip de suport gratuit 24/7; extins - tipuri multiple de suport, incluse în tarifele de bază);
- monitorizare (pe o scală cu 3 niveluri: slabă - fără soluții de monitorizare și alertă integrate; medie - cu instrumente de monitorizare rudimentare, bazate pe puțini indicatori, fără servicii de alertă; extinsă - cu instrumente de monitorizare complet integrate, fără costuri suplimentare);
- testare gratuită (soluții și servicii oferite);

- SLA.

Pentru alegerea unui furnizor mai trebuie avut în vedere că:

- *migrarea mașinilor virtuale între mașini fizice*, contribuie la prevenirea posibilelor defecte;
- *suportul pentru imagine personalizată* – este permisă construirea mașinilor virtuale din imagini predefinite, dar care nu corespund întotdeauna nevoilor unei organizații; prin urmare, furnizorul ar trebui să permită imagini de mașini virtuale personalizate;
- *biblioteca de imagini* – deși se încearcă reducerea la minimum a numărului de sisteme de operare pentru serverele folosite, mediile eterogene devin tot mai frecvente; furnizorul trebuie să ofere diferite opțiuni de imagini de sisteme de operare pentru servere;
- *autoscalarea* – cererea de încărcare nu are evoluție liniară, aceasta poate crește / descrește în timp; în cazul ideal, un furnizor de *cloud* ar trebui să permită automat ajustarea volumului de lucru la scară în sus / în jos ca răspuns la cerere, pentru a extinde / micșora *cloud*-ul în funcție de mulțimea de reguli definite de utilizator;
- *conectivitate rețea* - este utilă posibilitatea de conectare a rețelei locale la *cloud*;
- *alternativele de stocare* - nevoia de spațiu depinde de volumul de lucru; sunt necesare variate opțiuni de stocare pe mașini virtuale cu caracteristici de scalabilitate, flexibilitate și toleranță la erori;
- *sprijinul regional* – în funcție de afaceri sau reglementări, găzduirea resurselor trebuie făcută într-o anumită regiune geografică, clienții să poată alege în mod ideal unde vor fi găzduite mașinile virtuale.

Alegerea celui mai potrivit furnizor nu este simplă, se face în câțiva pași și poate face diferența în furnizarea unei extensii efective a centrului local de date. Examinarea prețurilor și a caracteristicilor poate fi dificilă; o analiză atentă conduce la alegerea serviciului corespunzător. Procesul de decizie implică atât cunoștințe IT cât și de *business*:

- trebuie cunoscute bine obiectivele, iar furnizorul trebuie să le cunoască de asemenea;

- securitate și costuri – localizarea centrelor de date este foarte importantă deoarece reglementările de securitate și de conformitate pot varia drastic; compararea trebuie făcută unu la unu, urmărirea informațiilor legate de costurile unui furnizor și strategia de securitate poate fi dificilă;
- planificarea *hardware cloud* – identificarea celei mai rentabile abordări nu este ușoară; constrângerile bugetare și bunul simț conduc spre abordarea pe etape. În planificarea infrastructurii trebuie ținut cont de *hardware*, capacitate, stocare, cerințe de rețea;
- planificarea capacității – trebuie cunoscute cu exactitate ciclurile zilnice, săptămânale și lunare pentru a stabili variații în volumul de date, ceea ce dă măsura nivelului de încărcare;
- definirea cerințelor de stocare – costurile sunt în scădere, prin deduplicare se câștigă spațiu de stocare cu până la șase ori;
- opțiunile de rețea sunt în continuu progres, într-un ritm rapid, configurarea este agilă cu funcții de calcul pe mașini virtuale standard; sistemele modulare înlesnesc o lansare fără efort și pot fi puse în aplicare mai rapid decât abordările tradiționale.

Stabilirea bugetului dedicat unei soluții *cloud* este rezultatul efortului depus de o echipă de specialiști, pentru că presupune management, administrare IT și expertiză financiară. Managementul stabilește nevoile și caracteristicile care trebuie satisfăcute și este vârful de lance în testarea și evaluarea serviciilor, iar grupul financiar aprobă cheltuielile. Pentru a determina dacă o cheltuială de capital sau operațiune este cea mai bună abordare de plată pentru servicii, se folosesc concepte de analiză financiară: valoare actualizată netă sau raport cost-beneficiu. Se evaluează infrastructura curentă care trebuie pregătită pentru integrarea serviciilor *cloud*, se impun *upgrade*-uri / modificări și se asigură legătura cu furnizorul pentru o integrare armonioasă. În fond, planificarea bugetului este similară cu toate activitățile de planificare a bugetului IT, scopul fiind înțelegerea și controlul costurilor, odată cu creșterea productivității și maximizarea profitului.

În privința managementului, beneficiile *cloud* țin de: impactul redus al erorilor de sistem datorită mediului cu redundanță

ridicată; standardizare și interoperabilitate ridicate; grad sporit de calitate, flexibilitate, siguranță, securitate, nivel consolidat de expertiză și protecție.

În privința eficienței, beneficiile *cloud* sunt: cost total redus al investițiilor IT; sisteme IT consolidate; elaborare și testare aplicații fără investiții capitale; consolidare accelerată a centrului de date.

În privința agilității, beneficiile *cloud* sunt: utilizare la nevoie; creștere / reducere imediată a resurselor de procesare; alinierea cheltuielilor cu cererea, prin mecanismul de plată pentru capacitatea utilizată; utilizare optimizată a tehnologiilor informatice.

În privința inovației, beneficiile *cloud* sunt: implementarea rapidă de noi tehnologii; acces la inovații cu reducerea riscurilor și facilitarea lor prin dezvoltarea mai rapidă a sistemelor IT.

dispozitive ca un utilitar (exemplu: rețeaua de electricitate), printr-o rețea IT (ex.: Internet).

Educație și învățare ca serviciu (ELaaS), subliniază beneficiile posibile și ofertele sale. Este esențial pentru o organizație educațională și de învățare, cu buget restrâns și provocări legate de durabilitate, să folosească mediul *cloud* în modul cel mai potrivit pentru activități IT.

În *cloud*, efortul de procesare se deplasează de la dispozitivele locale la facilități de tip *data center* (centru de date). *Software*-ul este un grup de servicii, aplicațiile și datele sunt stocate pe mai multe servere accesabile de pe Internet, cele mai multe dintre organizațiile de învățământ neavând resursele și infrastructura necesare pentru a rula soluții de top de *e-learning*. Acesta este motivul pentru care acest mediu de învățare a devenit unul dintre cei mai importanți furnizori de *software* în

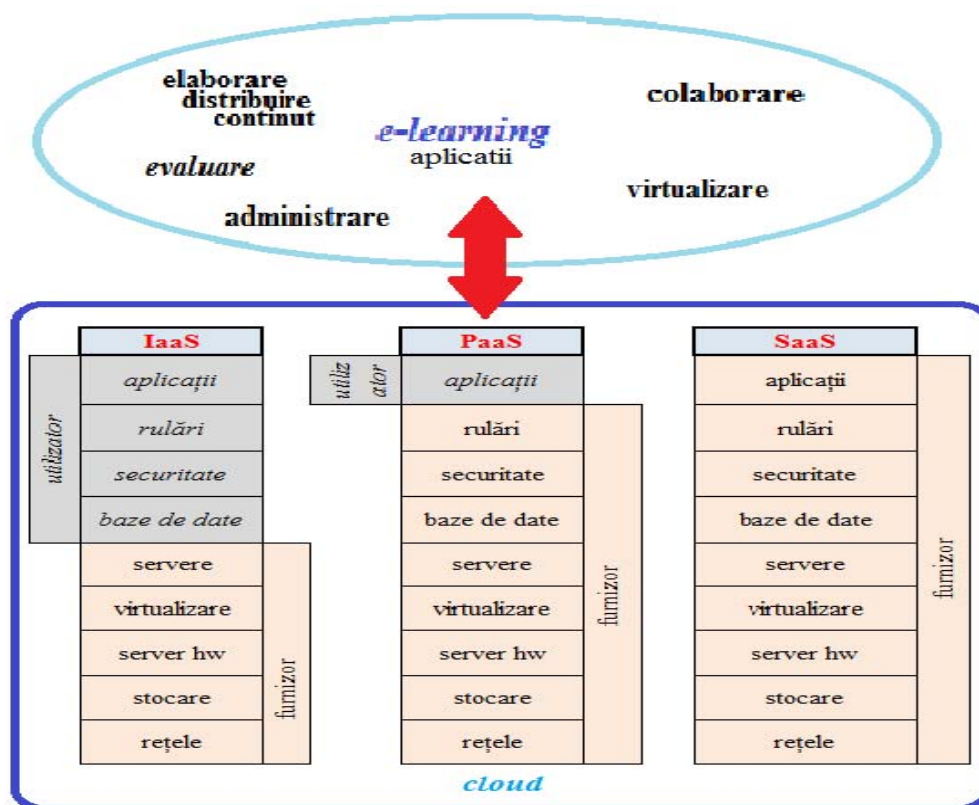


Figura 1. Cloud pentru e-learning – nivelul de bază

5. Cloud computing pentru e-learning

Cloud computing este în principal o modalitate de livrare a unui serviciu de calcul, prin care resursele partajate, *software*-ul și informațiile sunt furnizate computerelor și altor

domeniul *e-learning*, cu versiuni ale aplicațiilor de bază orientate spre *cloud*. Nivelul de bază al *e-learning* în *cloud* partajează resurse de infrastructură IT și conectează întregul sistem pentru oferirea de servicii.

Pentru definirea unui cadru [6] care descrie

implicațiile integrării sistemelor de *e-learning* cu *cloud computing*, a fost necesară o analiză atentă pentru investigarea resurselor disponibile. Proiectarea, dezvoltarea, implementarea și evaluarea sistemelor de învățare electronică necesită analiza modului în care se folosesc atributele și resursele Internet-ului precum și ale tehnologiilor digitale, ținând cont de diverși factori importanți pentru *e-learning* cum ar fi cei care acoperă diversele probleme de învățare *on-line*, pedagogice, de evaluare, tehnologice, de proiectarea interfeței, de management, de resurse, de etică și instituționale. Acești factori oferă orientare în proiectarea, dezvoltarea, livrarea și evaluarea mediilor de învățare electronică.

Integrarea *e-learning*-ului este influențată de diferitele activități legate de învățarea electronică: prioritățile, mediul de învățare, rolul instructorilor și nevoile cursanților pentru dezvoltarea unei culturi integrate de *e-learning*. Toți acești patru factori trebuie luați în considerare, astfel încât gradul de integrare se potrivește organizației care dorește să îmbrățișeze integrarea *e-learning*.

Cloud-ul pentru *e-learning* este o migrare a tehnologiei *cloud computing* în domeniul învățării electronice, adică o infrastructură viitoare de *e-learning*, care include componente *hardware* și *software* drept resurse necesare.

După virtualizarea resurselor de calcul, acestea pot fi oferite sub formă de servicii, pentru învățământ, cursanți și organizații care doresc să închirieze resurse de calcul. Arhitectura este prezentată în Figura 1 și include infrastructură cu resurse *hardware* și *software*, conținut și aplicații.

Exemple de aplicații de *e-learning* în *cloud*: BlueSky (www.blueskyelearn.com, oferă soluții de învățare bazate pe *cloud*, mașini fizice virtualizate, alocate la cerere pentru sisteme *e-learning*), DoceboLMS (www.docebo.com, cel mai bun sistem LMS în *cloud* pentru învățare *on-line*); CloudIA - Cloud Infrastructure & Applications (en.hs-furtwangen.de/...applied...cloud...computing.../cloudia, infrastructură *cloud* orientată spre piață, folosește diferite tehnologii de virtualizare, cu SLA pentru oferte de servicii diferite; lucrează cu mașini virtuale și cu servicii formate din seturi de mașini virtuale, configurare imagini VM), AeL Cloud Learning (www.cloudlearning.ro, serviciu ce permite

utilizarea platformei *eLearning AeL* pe baza unui abonament pentru instruire, testare și evaluare, editare conținut, comunicare, monitorizare și raportare, administrare).

6. Sistemele de *e-learning* în fața migrării în *cloud*

Organizațiile au priorități diferite, diferite medii de învățare, roluri și nevoi diferite. În plus, se mai iau în considerare punctul de vedere al factorilor de decizie și problema integrării învățării electronice cu celelalte metode de predare. De obicei sunt luate în studiu aspectele legate de dezvoltarea sistemelor de *e-learning*.

Migrarea sistemelor de *e-learning* în *cloud* are potențial de a oferi orientare în diferite aspecte, care se vor dovedi utile astfel:

- planificarea și proiectarea de materiale de *e-learning*;
- organizarea resurselor pentru mediul *e-learning*;
- proiectarea sistemelor de învățare distribuite, universități virtuale, școli cibernetice;
- proiectare Learning Management Systems (LMS), Learning Content Management Systems (LCMS) și sisteme Omni;
- evaluarea cursurilor și a programelor;
- evaluarea instrumentelor / sistemelor de *e-learning*, LMS și LCMS;
- proiectarea și evaluarea mediilor de învățare mixte.

Folosirea *cloud*-ului pentru soluțiile de *e-learning* poate avea un impact deosebit [8] pus în evidență de analiza comparativă a sistemelor de învățare, înainte și după migrarea în mediul *cloud*. Au fost identificate caracteristici specifice relevante (Tabelul 1) ale *e-learning*, pentru a analiza dacă aspecte importante [9] pot fi rezolvate / îmbunătățite prin migrarea sistemelor de *e-learning* în mediul *cloud*. Scopul declarat este acela de a concluziona cât de benefică este ideea de a muta sistemele de învățare electronică respectiv, care sunt avantajele și care sunt dezavantajele sistemelor de învățare în timp ce rulează în mediul *cloud*.

Tabel 1. Comparația sistemelor de e-learning înainte și după migrare în cloud

caracteristici e-learning	înainte de mutare în cloud	după mutare în cloud
nevoia de implementări	V	x
nevoia de învățare – echipa de dezvoltare a sistemului	V	x
nevoie de resurse hardware și software suplimentare	V	x
nevoia de suport IT în caz de cădere	V	x
nevoia managementului de proiect	V	x
nevoia de codificare	V	x
nevoia de testare	V	x
lipsa de încredere - politici de securitate și controlul accesului	x	V
lipsă de încredere - modificarea datelor înainte de stocare	x	V
lipsa de încredere - calcul și precizie	x	V
lipsa confidențialității	x	V
necesitate configurare cele mai recente actualizări tehnologice	V	x
necesitatea asigurare putere suplimentară proprie și de răcire	V	x
riscuri mai mari - disponibilitatea resurselor și căderile	x	V
riscuri mai mari - stres, încărcare și aglomerare	x	V
costuri imense	V	x
taxe de abonament și înregistrare	x	V
conflicte între obiective opuse ale diferiților clienți	x	V
auditare dificilă	x	V
conexiune la Internet de mare viteză	x	V
stocare zilnică și sarcina de backup	V	x
monitorizarea logării clienților și informații către terțe părți	x	V
pierdere mai mare a a controlului asupra oricărei aplicații / resurse	x	V

Mediul *cloud* apare ca unul de viitor pentru sistemele de învățare electronică pentru că oferă mai multe avantaje. Taxele de abonament pentru servicii de *cloud* sunt mici în

comparație cu tarifele pentru angajarea de echipe noi. Este de menționat aspectul că plata se face în funcție de numărul de utilizatori activi unici care au folosit platforma și nu depinde de numărul de accesări (nelimitate pentru un utilizator) sau de numărul de utilizatori înregistrați (vizitatori), care pot fi oricâți. În mod similar, costul legat de *hardware*, adică plusul de putere, echipamentele pentru răcire etc. poate fi redus în mod semnificativ prin mutarea *e-learning* în *cloud*.

Reducerea de costuri la migrarea *e-learning* în *cloud* sunt generate de factori precum costurile de IT, cele cu echipele de dezvoltare și suport tehnic IT, costul de gestionare a *backup*-ului zilnic, cerințele pentru licitație, efortul de testare, pentru ca în final să se înregistreze o reducere considerabilă a cheltuielilor generale și o îmbunătățire a utilizării capitalului de circa 60%.

Pe lângă reducerea costului ca beneficiu, se mai adaugă, după cum urmează:

- caracteristici tehnologice: sisteme de operare preferate de client, mașini virtuale stabile, arhitectură complet redundată, consolă *web*, *firewall-uri* de securitate, compatibilitate asistată cu aplicațiile care rulează deja, flexibilitate pentru a face față noilor cerințe, suport service tehnic 24/7 cu SLA garantat;
- beneficii serviciu: flux numerar îmbunătățit prin raportul de consum plată per utilizare a modelului dorit, elasticitate conform noilor cerințe și flexibilitate în design, servicii transparente, fără limite la cererea de resurse, controlul puterii de rezervă.

Printre limitările pe care le aduce implementarea sistemelor de *e-learning* în *cloud* sunt: riscuri legate de protecția, securitatea și gestionarea conturilor de date; securitatea, protecția datelor sensibile; politica de difuzare, de proprietate intelectuală; respectarea standardelor; lipsa de încredere; unele aplicații nu pot rula în *cloud*; maturitatea soluțiilor.

Sistemele de *e-learning* sunt în general dezvoltate ca aplicații distribuite. Arhitectura unui sistem de *e-learning*, dezvoltat ca o aplicație distribuită, include: server de aplicații, server de baze de date, aplicație client (browser

web sau aplicație dedicată) iar hardware-ul include: servere, infrastructură de comunicații, calculator client (desktop sau soluție mobilă). În prezent, sistemele de calcul au limitări serioase datorită constrângerilor în privința puterii de procesare și a memoriei. Cum prelucrarea datelor se face pe partea de server, prin implementare în cloud, toate resursele necesare vor fi ajutate în consecință.

Multe instituții de învățământ nu dispun de infrastructura și resursele necesare pentru a rula soluții e-learning de top. Din acest motiv, Blackboard și Moodle, marii jucători din domeniul e-learning au acum versiuni ale aplicațiilor de bază orientate spre cloud, pentru deschiderea mediului de afaceri și de cercetare avansată.

Cloud computing oferă beneficii majore de securitate pentru utilizarea / dezvoltarea de soluții de e-learning, cum ar fi următoarele:

- oricărei persoane îi este aproape imposibil să determine unde se găsește o mașină care stochează datele dorite (teste, întrebări, probleme de examen, rezultate);
- posibilitatea înlocuirii rapide a unui server compromis, fără costuri majore sau daune; este foarte ușor a crea o clonă a unei mașini virtuale, astfel încât timpii morți să fie reduși în mod substanțial;
- stocarea centralizată a datelor și aplicațiilor, într-un singur loc;
- monitorizarea accesului la date mult mai ușor de realizat, prin supravegherea unui singur loc, modificările putând fi testate și implementate cu ușurință din moment ce cloud-ul este punctul unic de acces pentru toți clienții.

Sistemele de e-learning pot beneficia de cloud folosind: infrastructura (prin utilizarea unei soluții de e-learning pe infrastructura furnizorului); platforma (prin utilizarea și dezvoltarea de soluții de e-learning bazate pe interfața de dezvoltare a furnizorului); serviciile (prin utilizarea soluției de e-learning dată de furnizor). Dezvoltarea unei curricule pe infrastructură cloud permite tutorilor și cursanților accesul de oriunde și de pe orice dispozitiv inclusiv calculatoare desktop, tablete și telefoane inteligente. Prin accesul îmbunătățit oferit de mediul cloud, este posibilă coordonarea sarcinilor individuale ale cursanților mai ușor și mai eficient, ceea ce

conduce la îmbunătățirea experienței educaționale. Cloud oferă o nouă înfățișare procesului de predare - învățare, conceptul de învățare on-demand îi ajută pe cursanți să gestioneze cu ușurință proiecte și volume masive de procesare (workloads), să înțeleagă mai bine valoarea noilor tehnologii și să își dezvolte abilități creative și inovatoare. Cloud computing permite universităților să colaboreze cu alte universități dar și cu întreprinderi / institute de cercetare din întreaga lume și să țină pasul cu cerințele legate de resurse și costuri cu energia, aflate în continuă creștere. De asemenea, serviciile disponibile pe platforma cloud sunt convenabile și pentru edituri deoarece pot reduce costurile și timpul de lansare a noilor produse pe piață. Distribuirea manualelor electronice în cloud conduce la creșterea securității și a accesului la cunoștințe.

Unele dintre provocările cu care învățământul superior se va confrunta în adoptarea cloud computing-ului sunt după cum urmează: nevoia de diferite tipuri de servicii cloud, care nu pot fi oferite de către un singur furnizor; nevoia unui control puternic asupra datelor; nevoia unei conexiuni la Internet de mare viteză; o disponibilitate 100% a serviciilor este imposibilă. Astfel, adoptarea tehnologiei cloud trebuie să fie conștientizată și pregătită în amănunt pentru că problema cheie este utilizarea eficientă a resurselor.

7. Concluzii

Implementarea tehnologiilor IT în educație nu este un concept nou. Modul de definire și de furnizare a informațiilor prin intermediul tehnologiilor actuale sunt inovatoare. Toate aceste tehnologii contribuie la o tranziție în educație, care pune cursanții în rolul unor persoane autodidacte prin intermediul unei interfețe pentru educație, încurajând adoptarea unui rol mai activ al acestora în propria lor educație. Standardizarea tehnologiei este rezultatul utilizării Internet-ului, care a transformat fundamental modul de socializare, interacțiune și prezentare a informațiilor.

În această lucrare, au fost prezentate: (a) aportul cloud computing utilizat cu sistemele de învățare electronică și (b) beneficiile aduse acestora de mutarea în cloud. Beneficiile care susțin migrarea e-learning în mediul cloud se referă la reducerea cheltuielilor aferente,

flexibilitate îmbunătățită și eficientizarea procesului de învățare.

BIBLIOGRAFIE

1. **ANSHARI, M.; ALAS, Y.; GUAN, L.S.:** Developing online learning resources: Big data, social networks, and cloud computing to support pervasive knowledge. *Education and Information Technologies* 21.6, (2016), pp. 1663-1677.
2. **BOSAMIA, M.; PATEL, A.:** An overview of cloud computing for e-learning with its key benefits. *Internat. Journal of Information* 6.1/2, (2016).
3. **KARIM, F.; GOODWIN, R.:** Using Cloud Computing in E-learning Systems. *International Journal of Advanced Research in Computer Science & Technology (IJARCST)*, Vol. 1 Issue 1, ISSN : 2347 - 8446 (Online), ISSN : 2347 - 9817 (Print), Oct-Dec (2013), pp. 65-69.
4. **LAW, M.:** *Cloud Computing Basics*. 2011: Hillcrest Media Group, Inc.
5. **LIU, C.-H.:** The comparison of learning effectiveness between traditional face-to-face learning and e-learning among goal oriented users. 6th International Conference on Digital Content, Multimedia Technology and its Appl. (IDC), 2010.
6. **LIEBOWITZ, J.; FRANK, M. eds.:** *Knowledge management and e-learning*. Auerbach Publications, 2010.
7. **RESTEANU, C.; MITAN, E.:** Generator de cursuri electronice pentru pregătirea continuă a managerilor întreprinderilor mici și mijlocii. *Revista Română de Informatică și Automatică*, vol. 22, nr. 3, București, România, ISSN: 1220-1758, ISSN: 1841-4303, 2012, pp. 55-66.
8. **SUICIMEZOV, N.:** Cloud computing - An innovative solution for e-learning platforms. The 11th International Scientific Conference eLearning and Software for Education, Bucharest, April 23-24, 10.12753 / 2066-026X-15-018, 2015, pp. 125-128.
9. **RIAH, G.:** e-learning systems based on Cloud Computing; a review. *International Conference on Software Computing and Software Engineering. SCSE 2015*, *Procedia Computer Science*, 62(2015), pp. 352-359.
10. ush.blackboard.com
11. www.ibm.com/developerworks/lotus
12. www.claroline.net
13. www.atutor.ca
14. logicampus.sourceforge.net
15. www.moodle.com
16. www.advancedelearning.ro
17. www.blueskyelearn.com
18. www.docebo.com
19. en.hs-furtwangen.de/...applied...cloud-computing.../cloudia
20. www.cloudlearning.ro