

UNIVERSITATEA DE STAT DIN TIRASPOL

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: [37.016:57](569.4)+004.9(043..3)

BADARNE GHALIB

**INTEGRAREA TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE
ȘI COMUNICAȚIONALE ÎN PROCESUL
DE PREDARE-ÎNVĂȚARE A BIOLOGIEI
DIN CADRUL ÎNVĂȚĂMÂNTULUI GIMNAZIAL DIN ISRAEL**

532.02. DIDACTICA ȘCOLARA (BIOLOGIE)

Teză de doctor în științe ale educației

Conducător științific:

Grati Vasile,
doctor habilitat
profesor universitar

Autor:

CHIȘINĂU, 2021

TIRASPOL STATE UNIVERSITY

with the title of manuscript
U.D.C.: [37.016:57](569.4)+004.9(043..3)

BADARNE GHALIB

**INTEGRATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS
OF BIOLOGY WITHIN MIDDLE SCHOOL EDUCATION
FROM ISRAEL**

532.02. SCHOOL DIDACTICS (BIOLOGY)

Doctoral thesis in education sciences

Scientific supervisor:

Grati Vasile,
habilitated doctor
full professor

Author:

CHIȘINĂU, 2021

© Badarne Ghalib, 2021

CUPRINS

ADNOTARE (română, rusă, engleză).....	6
LISTA ABREVIERILOR	9
INTRODUCERE	10
1. ASPECTE TEORETICE ALE UTILIZĂRII TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE ȘI COMUNICAȚIONALE ÎN PROCESUL DIDACTIC LA BIOLOGIE	19
1.1. Percepția generală și politici ce țin de implementarea Tehnologiilor Informaționale și Comunicaționale în educație	19
1.1.1. <i>Abordări generale vis-a-vis de Tehnologiile Informaționale și Comunicaționale</i>	19
1.1.2. <i>Programul național israelian pentru adaptarea sistemului educațional la secolul XXI</i>	21
1.1.3. <i>Factorii implicați în implementarea programului național TIC</i>	24
1.1.4. <i>Variabilele ce susțin sau inhibă inovația pedagogică bazată pe integrarea TIC</i>	26
1.1.5. <i>Expectanțe ale integrării TIC în sistemul de învățământ și în studiul științelor</i>	29
1.1.6 <i>Implementarea programelor TIC în țările din întreaga lume și în Moldova</i>	31
1.2. Integrarea TIC în studiul științelor prin abordarea constructivistă: implicații asupra dezvoltării proceselor cognitive de nivel superior și asupra creșterii motivației de învățare.....	34
1.2.1. <i>Revizuirea studiilor de cercetare a efectului TIC asupra motivației de învățare a Științelor</i>	35
1.2.2. <i>Abordarea constructivistă și influența acesteia asupra proceselor cognitive de nivel superior în utilizarea TIC</i>	38
1.3. Aspecte ale implementării TIC în școli - modele și metode de predare.....	41
1.3.1. <i>Modele și metode de predare în integrarea TIC la clasă</i>	41
1.3.2. <i>Instrumente și servicii tehnologice utilizate de profesor pentru implementarea predării-învățării digitale</i>	43
1.3.3. <i>Evaluarea activităților bazate pe TIC</i>	44
1.4. Pedagogia inovativă bazată pe TIC și influența acesteia asupra capacității de învățare semnificativă în domeniul științelor	46
1.5. Concluzii la Capitolul 1.....	48
2. REPERE TEORETICO-METODOLOGICE DE IMPLEMENTARE A TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE ȘI COMUNICAȚIONALE ÎN PROCESUL DE PREDARE-ÎNVĂȚARE A BIOLOGIEI	49
2.1. Premise conceptuale ale modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei	49
2.1.1. <i>Curriculum-ul gimnazial din aria Știință și Tehnologie din Israel</i>	49
2.1.2. <i>Utilizarea TIC în predarea biologiei și științelor în gimnaziul din Israel în comparație cu țările dezvoltate din OCDE</i>	51
2.1.3. <i>Îmbunătățirea predării biologiei și științelor prin TIC</i>	55
2.2. Modelul pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei	58

2.3. Premise practice ale modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei	67
2.3.1. <i>Utilizarea TIC de către profesori în procesul de predare a biologiei</i>	67
2.3.2. <i>Instrumente specifice TIC utilizate de elevi pentru învățarea biologiei</i>	71
2.3.3. <i>Evaluarea prin intermediul TIC a cunoștințelor la biologie</i>	73
2.4. Metodologia de implementare a modelului pedagogic elaborat	77
2.4.1. <i>Programul de intervenție experimentală la nivelul profesorilor</i>	78
2.4.2. <i>Program de intervenție experimentală la nivelul elevilor: metode și modalități de integrare TIC în învățarea Biologiei și sarcini bazate pe TIC</i>	81
2.5. Concluzii la Capitolul 2	85
3. ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A EFICIENȚEI MODELULUI PEDAGOGIC DE INTEGRARE A TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE ȘI COMUNICAȚIONALE ÎN PROCESUL DE PREDARE-ÎNVĂȚARE A BIOLOGIEI ȘI A METODOLOGIEI ELABORATE	86
3.1. Metodologia cercetării	86
3.2. Descrierea experimentului de constatare	91
3.3. Validarea modelului pedagogic de integrare TIC în cadrul lecțiilor de biologie	94
3.3.1. <i>Efectele integrării TIC la Biologie asupra nivelului de cunoștințe ale elevilor</i>	94
3.3.2. <i>Efectele învățării bazate pe integrarea TIC asupra motivației și auto-eficienței elevilor de a învăța biologia</i>	97
3.4. Concluzii la Capitolul 3	101
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	103
BIBLIOGRAFIE	107
ANEXE	127
Anexa 1. Chestionarul pentru elevi	127
Anexa 2. Scrisoare de solicitare adresată profesorilor pentru acordul de participare la cercetare	131
Anexa 3. Scrisoare de consimțământ din partea profesorilor participanți la studiu pentru colectarea informațiilor identificate	133
Anexa 4. Testele la biologie de examinare a achizițiilor elevilor înainte și după experiment	134
Anexa 5. Sarcini online oferite elevilor în timpul experimentului	151
Anexa 6. Indicator pentru evaluarea alternativă în biologie prin prezentări	163
Anexa 7. Site-uri Web utile pentru procesul didactic la Biologie	164
Anexa 8. Rezultate Lycart - tabele statistice în SPSS	167
DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII	176
CURRICULUM VITAE	177

ADNOTARE

Badarne Ghalib

Integrarea Tehnologiilor Informaționale și Comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei din cadrul învățământului gimnazial din Israel

Teză de doctor în științe ale educației, Chișinău, 2021

Structura tezei: Adnotare (în limbile română, rusă și engleză), lista abrevierilor, introducere, trei capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 183 de titluri, 8 anexe, 125 de pagini de text de bază, 21 tabele, 15 figuri. Rezultatele cercetării sunt reflectate în 8 articole științifice, dintre care 4 articole în reviste științifice de categoria B și C și 4 comunicări la conferințe naționale și internaționale.

Cuvinte cheie: Tehnologii Informaționale și Comunicaționale (TIC), biologie, predare-învățare, pedagogie inovatoare, motivație, curriculum gimnazial la biologie, învățământ gimnazial din Israel, învățare semnificativă, competențe, metode didactice, metodologie.

Scopul lucrării: fundamentarea teoretică, elaborarea și validarea unui model pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei în gimnaziu menit să contribuie la progresul rezultatelor școlare ale elevilor.

Obiectivele cercetării: studiul practicilor educaționale de implementare și integrare a TIC în mediile de învățare; analiza avantajelor oferite de tehnologiile informaționale și comunicaționale și argumentarea necesității implementării lor în învățământul gimnazial la biologie; elaborarea unui model pedagogic de integrare a TIC în procesul de predare-învățare a biologiei; dezvoltarea reperelor metodologice de implementare a modelului pedagogic elaborat; validarea prin experiment pedagogic a eficienței modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei.

Noutatea și originalitatea științifică constă în fundamentarea conceptuală a *modelului pedagogic de integrare a TIC în procesul de predare-învățare a biologiei* prin dovezi teoretice și practice conform cărora utilizarea TIC în predare/învățare contribuie la: îmbunătățirea rezultatelor școlare ale elevilor la biologie; creșterea motivației pentru învățarea biologiei și a auto-eficienței în învățare; adoptarea atitudinii pozitive a elevilor față de integrarea TIC în procesul de studiere a biologiei; îmbunătățirea optimă pe dimensiunile învățării semnificative.

Rezultatul obținut care contribuie la soluționarea unei probleme științifice importante constă în determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de predare-învățare a biologiei în gimnaziu prin intermediul TIC, fapt ce a condus la fundamentarea teoretică și elaborarea modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei.

Semnificația teoretică a investigației constă în identificarea, analiza și dezvoltarea reperelor teoretice cu privire la implementarea TIC în procesul didactic la biologie; determinarea fundamentelor teoretico-metodologice ale modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în elaborarea și validarea experimentală a setului de instrumente metodologice și praxiologice incluse în *modelul pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*. Reperele identificate, dezvoltate și valorificate au contribuit la creșterea rezultatelor școlare la biologie ale elevilor din școala gimnazială din Israel. Cercetarea desfășurată a permis demonstrarea aplicativității în practica educațională la clasă a tuturor instrumentelor pedagogice și tehnologice concentrate în modelul pedagogic elaborat și validat.

Implementarea rezultatelor științifice a avut loc în cadrul experimentului pedagogic în care au fost implicați 145 de elevi din clasele a 9-a din gimnaziul Kafr Yasif, districtul de nord, Israel. De asemenea, la organizarea și desfășurarea experimentului au participat 3 profesori de biologie ce predau la clasele implicate în experiment, un profesor de informatică și managerul școlii. Perioada desfășurării experimentului a fost 2017-2018.

АННОТАЦИЯ

Бадарне Галиб

Интеграция информационных и коммуникационных технологий в процесс преподавания-изучения биологии в среднем образовании в Израиле

Диссертация степени доктора педагогических наук. Кишинев, 2021

Структура диссертации: Аннотация (на румынском, русском и английском языках), список сокращений, введение, три главы, общие выводы и рекомендации, библиография из 183 наименований, 8 приложений, 125 страниц основного текста, 21 таблиц, 15 рисунков. Результаты исследования отражены в 8 научных статьях, из которых 4 статьи в научных журналах категорий В и С и 4 статьи на национальных и международных конференциях.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), биология, преподавание-обучение, инновационная педагогика, мотивация, гимназическая учебная программа по биологии, среднее образование в Израиле, значимое обучение, компетенции, методы обучения, методология.

Цель работы: теоретическое обоснование, разработка и проверка достоверности педагогической модели интеграции ИКТ в процесс преподавания-изучения биологии в гимназии, призванной способствовать прогрессу школьных результатов учащихся.

Задачи исследования: изучение ситуации в образовательной практике по внедрению и интеграции ИКТ в учебную среду; анализ преимуществ, предлагаемых ИКТ, и обоснование их внедрения в среднее образование по биологии; разработка педагогической модели интеграции ИКТ в процесс преподавания-изучения биологии; выявление методологических ориентиров для реализации разработанной педагогической модели; валидация через педагогический эксперимент эффективности педагогической модели интеграции ИКТ в процесс преподавания-изучения биологии.

Новизна и научная оригинальность заключаются в концептуальной основе педагогической модели интеграции ИКТ в процесс преподавания-изучения биологии с помощью теоретических и практических доказательств того, что использование ИКТ в преподавании / обучении способствует: улучшению успеваемости учащихся по биологии; повышению мотивации к изучению биологии и самоэффективности в обучении; принятию положительного отношения студентов к интеграции ИКТ в изучение биологии; оптимальному улучшению масштабов значительного обучения.

Полученный результат, способствующий решению важной научной проблемы, заключается в определении теоретических и методологических основ оптимизации учебно-методического процесса биологии в гимназии с помощью ИКТ, что привело к теоретическому обоснованию и разработке педагогической модели интеграции ИКТ в процессе обучения-изучения биологии.

Теоретическая значимость исследования состоит в выявлении, анализе и разработке теоретических ориентиров для внедрения ИКТ в учебный процесс по биологии; определение теоретико-методологических основ педагогической модели интеграции информационных и коммуникационных технологий в процессе преподавания-изучения биологии.

Практическая значимость исследования заключается в разработке и экспериментальной проверке комплекса методических и психологических инструментов, включенных в педагогическую модель интеграции ИКТ в учебно-методический процесс биологии. Выявленные, разработанные и заглавные ориентиры способствовали повышению школьных результатов по биологии учеников средней школы в Израиле. Проведенное исследование позволило продемонстрировать применимость в учебной практике всех педагогических и технологических инструментов, сконцентрированных в разработанной и апробированной педагогической модели.

Внедрение научных результатов происходило в рамках педагогического эксперимента, в котором приняли участие 145 учеников 9-го класса средней школы Кафр Ясифа, северный округ Израиля. Также в организации и проведении эксперимента приняли участие 3 учителя биологии, которые преподают в классах, участвующих в эксперименте, учитель информатики и руководитель школы. Период эксперимента составлял 2017-2018 годы.

ANNOTATION

Badarne Galib

Integration of Information and Communication Technologies in the teaching-learning process of biology within middle school education from Israel

Doctoral thesis in education sciences. Chisinau, 2021

Thesis structure: Abstract (in Romanian, Russian and English), abbreviations list, introduction, three chapters, general conclusions and recommendations, bibliography of 183 titles, 8 appendices, 125 pages of the main text, 21 tables, 15 figures. The research results are reflected in 8 scientific articles, of which 4 articles in scientific journals of categories B and C and 4 articles at national and international conferences.

Keywords: information and communication technologies (ICT), biology, teaching and training, innovative pedagogy, motivation, gymnasium biology curriculum, secondary education in Israel, meaningful learning, competencies, teaching methods, methodology.

Research goal: theoretical justification, development and validation of a pedagogical model for integrating ICT into the process of teaching-learning biology in gymnasium, meant to contribute to the progress of students' school results.

Research objectives: study of educational practices for the implementation and integration of ICT in learning environments; analysis of the advantages offered by ICT and arguing the need for their implementation in secondary education in biology; elaboration of a pedagogical model for the integration of ICT in the teaching-learning process of biology; revealing the methodological landmarks for implementing the elaborated pedagogical model; validation through pedagogical experiment of the efficiency of the pedagogical model of integration of information and communication technologies in the teaching-learning process of biology.

Novelty and scientific originality lie in the conceptual basis of the pedagogical model of integrating ICT into the process of teaching-learning biology with the help of theoretical and practical evidence that the use of ICT in teaching / contributes to: improving students' school results in biology; increasing motivation to learn biology and self-efficacy in learning; adopting the positive attitude of students towards the integration of ICT in the study of biology; optimal improvement on the dimensions of significant learning.

The result obtained that contributes to solving an important scientific problem consists in determination of the theoretical and methodological foundations of the effectiveness of the biology educational process in the gymnasium using ICT, which led to the theoretical justification and development of pedagogical model for integrating ICT into the teaching-learning process of biology.

The theoretical significance of research consists in identifying, analysing and developing of the theoretical landmarks for the implementation of information and communication technologies in the biology teaching process; determining the theoretical-methodological foundations of the pedagogical model of integration of information and communication technologies in the teaching-learning process of biology.

The applicative value of the paper consists in the elaboration and experimental validation of the set of methodological and praxiological tools included in the pedagogical model of integration of information and communication technologies in the teaching-learning process of biology. The identified, developed and capitalized landmarks contributed to the increase of the school results in biology of the students from the middle school in Israel. The research carried out allowed to demonstrate the applicability in the educational practice in the classroom, of all pedagogical and technological tools concentrated in the pedagogical model developed and validated.

The implementation of the scientific results took place within the pedagogical experiment in which 145 students from the 9th grade from the Kafr Yasif secondary school, northern district, Israel were involved. Also, in the organization and conduct of the experiment were attended by 3 biology teachers who teach in the classes involved in the experiment, an informatics teacher and the school manager. The period of the experiment was 2017-2018.

LISTA ABREVIERILOR

TIC - Tehnologii Informaționale și Comunicaționale

CTE - Centrul pentru Tehnologii Educaționale

CIL - Computer and Information Literacy

IEA - International Association for the Evaluation of Educational Achievement

ISTE - International Society for Technology in Education

IT - Information Technologies

NCES - National Center for Education Statistics

OCDE - Organizația pentru Co-operare și Dezvoltare Economică

ÎBP – Învățarea Bazată pe Proiecte - Project- Based Learning (PBL)

PMA – Pedagogie, Mediu, Atitudine

RIPPLES - Resources, Infrastructure, Policy, People, Learning, Evaluation, Support

SITES - Second International Technology in Education Study

SMQ - Science Motivation Questionnaire

SRL - Self-Regulation Learning

STS - Science Technology and Society

TPCK – Technological Pedagogical Content Knowledge

INTRODUCERE

Relevanța temei cercetării. Una din prioritățile politicilor educaționale din ultimii ani, la nivel global, constă în integrarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale (TIC) în procesul didactic, ceea ce permite deschiderea de noi orizonturi pentru practica educațională așa ca: facilitarea proceselor de prezentare și transmitere a informației, de procesare a acesteia și de construire a cunoașterii. Iată de ce sistemul de învățământ în general și cel gimnazial în special devine solicitant al implementării rezultatelor cercetărilor ce țin de elaborarea și dezvoltarea noilor tehnologii didactice asociate integrării TIC.

Educația este unul dintre cele mai influente domenii prin intermediul căruia un stat are capacitatea de a dezvolta un capital uman de calitate. Schimbările sociale au afectat de la caracterul absolventului până la discursurile academice și publice [1]. Astăzi trăim într-o lume digitală, înconjurată și abundată de tehnologie. Ritmul schimbărilor tehnologice și al inovațiilor crește și conduce la schimbări masive în toate aspectele vieții noastre, inclusiv în modul în care predăm și învățăm. Astfel, mulți specialiști în educație susțin că profesorii trebuie să facă față provocării de integrare eficientă a tehnologiei în procesul de predare. Principalele argumente în favoarea acestei afirmații sunt: necesitatea de adaptare a predării la mediul funcțional de zi cu zi al elevilor; imperativul de a pregăti elevii pentru a activa în societatea viitorului; dar și potențialul extraordinar pe care îl oferă utilizarea noilor tehnologii pentru creșterea calitativă a învățării [2]. Cercetările recente confirmă necesitatea de adaptare a școlii la secolul XXI sau la epoca informațională și de pregătire a elevilor pentru o lume în continuă și rapidă schimbare. Acest fapt impune necesitatea integrării tehnologiilor în procesul de predare-învățare în sala de clasă, ceea ce contribuie la facilitarea dezvoltării competențelor secolul XXI [3, 1]. Iată de ce, începând cu anul 2010, în sistemul educațional din Israel se implementează un program național intitulat „Adaptarea sistemului educațional la secolul XXI” care abordează Tehnologiile Informaționale și Comunicaționale. Scopul acestui program, dar și a tuturor reformelor din sistemul educațional, este de a conduce spre o schimbare pedagogică profundă care să promoveze învățarea semnificativă și dezvoltarea competențelor necesare secolului XXI, prin integrarea TIC. Un astfel de model inovator crește potențialul profesorului față de elevii și școala sa și modifică în mod constant rolul său în clasă [3, 4].

Rolul profesorului în acest secol este de a facilita învățarea, de a conlucra în strânsă interacțiune cu elevii, de a fi mai degrabă ghid și mentor, decât sursă exclusivă de cunoștințe [5]. Implementarea TIC în educație necesită un nou punct de vedere asupra ipotezelor noastre pedagogice și asupra metodelor de predare-învățare în școli, mediul de învățare bazat pe TIC

obligă profesorul să acționeze ca proiectant al traseului experiențelor de învățare și evaluare pentru a atinge obiectivele definite adaptate la necesitățile elevilor. Pe lângă rolul său tradițional, profesorul mai este chemat să proiecteze / să dezvolte / să adapteze noi activități de învățare care să integreze TIC, să orienteze procesul de predare spre învățarea independentă a elevului, care începe cu curiozitatea și dorința acestuia de a rezolva o problemă și de a elucida o dilemă. La rândul său, cel ce învață trebuie să navigheze prin marea de informații, să exploreze, să clasifice, să filtreze, să evalueze datele, să le reorganizeze, să facă concluzii ferme și să le prezinte clar. Elevii sunt parteneri activi în construirea procesului de învățare; ei înaintează întrebări interesante și fructuoase și caută independent răspunsurile, ei se implică în mare parte în distribuirea eficientă a timpului de lucru în clasă. De asemenea, elevii sunt implicați activ în gestionarea lecțiilor și a unităților de învățare, subliniindu-se în același timp contribuția fiecăruia la acest proces [6], [7, p. 8].

Există numeroase studii privind subiectul integrării TIC în școală. Cu toate acestea, există foarte puține cercetări fundamentale cu privire la: influența TIC asupra rezultatelor elevilor la biologie; opinia elevilor vis-a-vis de utilizarea TIC în procesul de învățare și impactul tehnologiilor informaționale asupra motivației învățării și auto-eficienței elevilor. În acest context, lucrarea curentă face o totalizare a cercetărilor autorului anume asupra acestor aspecte ale integrării TIC în predarea și învățarea biologiei în gimnaziul din Israel. Iar obținerea unor rezultate în domeniul menționat va reflecta schimbarea pedagogică dorită.

Utilizarea TIC la lecțiile de biologie are mai multe efecte asupra elevilor. Totuși în ce măsură acest fapt influențează rezultatele ce se vor reflecta în notele de la biologie din diplomele de absolvire a gimnaziului? În ce măsură învățarea cu ajutorul TIC influențează motivația de a învăța biologia și auto-eficiența elevilor? Care este opinia elevilor față de integrarea TIC la lecțiile de biologie? Acestea sunt câteva din întrebările pe care această cercetare va încerca să le abordeze. Insuficiența sau chiar lipsa studiilor care ar viza impactul TIC la disciplina Biologie asupra rezultatelor școlare ale elevilor, în general, și ale de gimnaziu, în special, a fost determinantă pentru inițierea acestei cercetări și a scos în evidență actualitatea temei de cercetare *Integrarea Tehnologiilor Informaționale și Comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei din cadrul învățământului gimnazial din Israel*.

Descrierea situației în domeniul de cercetare și identificarea problemei cercetării.

Savanții din întreaga lume, inclusiv din Israel și Republica Moldova și-au orientat cercetările sale pe principalii piloni ai sistemului de învățământ contemporan: dezvoltarea curricula axate pe cel instruit și utilizarea TIC în procesul didactic.

Literatura de specialitate abordează subiectul integrării TIC în procesul de predare-învățare din mai multe aspecte care confirmă ideea influenței multidimensionale a TIC-ului asupra elevului și care a fost utilizată ca bază pentru cercetarea curentă. Astfel cercetătorii pedagogi evidențiază

rolul cunoașterii tehnologiilor informaționale de către cadrele didactice și accentuează importanța integrării corecte și eficiente a TIC în procesul educațional. Impactul semnificativ al utilizării TIC-ului asupra performanțelor școlare este analizat de către O. Istrate [8] și E. Noveanu [9] din studiile desfășurate în ultimele două decenii. A. Balanskat, R. Blamir, S. Kefala [10], A. Zucker [11] și D. Wagner [12] evidențiază valoarea importantă a TIC în proiectarea lecțiilor. C. Mouza [13], N.C. Wilson [14] și S. Rockman [15] scot în evidență rolul tehnologiilor în colaborarea intercolegială, în timp ce G.K. White [16] distinge trei aspecte ale implementării TIC în educație: 1) comunicație în rețea; 2) utilizare de softuri educaționale; 3) facilitarea comunicării interactive. Fenomenul informatizării învățământului și utilizării Tehnologiilor Informaționale și Comunicabile în educație, este cercetat și de savanții ruși printre care îi putem menționa pe: С.А. Бешенков, Г.И. Алексеева, М.И. Шутикова [17], А. И. Razumowsky [18], Б. М. Позднеев, М. В. Сутягин, В. И. Шароватов, И. А. Куприяненко [19], В.А Старых [20] ș.a.

Mulți cercetători din Israel au abordat integrarea TIC în educație sub diferite aspecte: O. Avidov-Ungar și F. Arazi Cohen [21], R. Dayan și N. Magen-Nagar [3], O. Avidov-Ungar și A. Forkosh-Baruch [22], A. Uphan, G. Trachtman și O. Spektor-Levy [5] au investigat factorii care împiedică sau încetinesc implementarea TIC în școli dar și conștientizarea succesului programului național „Adaptarea sistemului educațional la secolul XXI” și ceea ce se poate învăța din aceste succese [23]. O. Avidov-Ungar și Y. Eshet-Alkalai [24]; L. Cohen [25]; T. Shamir-Inbal și K. Yael [26] au abordat și prezentat modele sistematice de asimilare a TIC în cultura școlară. N. Magen-Nagar și T. Shamir-Inbal [27]; Y. Kulikant [1]; B. Peled și N. Magen-Nagar [6]; Y. Nissim, M. Barak și D. Ben-Zvi [28] au evidențiat: profilul cadrelor didactice într-un mediu de învățare bazat pe TIC; percepția rolului și strategiilor de predare a cadrelor didactice care combină tehnologiile moderne la clasă și influența programului național cu privire la TIC asupra schimbărilor produse în activitatea profesorilor.

Potrivit rapoartelor Ministerului Tehnologiei Informației și Comunicațiilor [29], Ministerului Educației, Culturii și Cercetării din Moldova [30] și UNESCO-IBE [31] Moldova a realizat progrese semnificative în implementarea tehnologiei informației în societate. Strategia națională de dezvoltare a societății informaționale „Moldova Digitală 2020”, are drept scop crearea condițiilor pentru dezvoltarea societății informaționale pe trei dimensiuni esențiale: infrastructură și acces; conținut digital și servicii electronice; capacități și utilizare [32]. Planul de acțiuni pentru o guvernare deschisă 2012-2013 includea subacțiuni de integrare a TIC în educație, care au evoluat în obiective detaliate ale direcției strategice 6 „Integrarea eficientă a TIC în educație” a Strategiei Educației 2020. Datorită acestei Strategii sistemul educațional din Republica Moldova își propune să devină unul de calitate prin programe școlare adaptate nevoilor societății economice

informaționale; prin formarea cadrelor didactice pentru implementarea eficientă a TIC în educație; prin integrarea tehnologiei informației în procesul didactic; prin crearea conținutului educațional digital, inclusiv prin sprijin pentru învățarea pe tot parcursul vieții. Iată de ce cercetările pedagogice ale savanților moldoveni sunt axate pe studierea intensă a acestor aspecte ale educației. De exemplu, Anatol Gremalschi tratează implementarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale în educație ca un mijloc de modernizare a învățământului preuniversitar [33]. Pentru profesorul universitar în didactica informaticii Valeriu Cabac, tehnologiile digitale contribuie la formarea competențelor profesionale [34] și au avut un impact în apariția și devenirea didacticii universitare [35]. Metodologia utilizării tehnologiilor informaționale și comunicaționale în învățământul superior a fost cercetată de Andrei Braicov și Sergiu Corlat [36]. De asemenea, au adus diverse contribuții la studierea impactului TIC asupra studierii unor discipline școlare și universitare așa cercetători ca L. Chiriac, A. Globa [37], L. Mihălache [38], N. Deinego, C. Negara [39], M. Pavel [40], A. Gasnaș [41] etc.

Studii cu privire la utilizarea TIC în predarea biologiei, pe plan internațional au fost efectuate de G. Ezekoka [42], M. Al-Rsa'i [43], Y. Garraway-Lashley [44], A.C. Kafyulilo, P. Fisser, J. Pieters și J. Voogt [45], R. Trumper [46] și A. Šorgo, T. Verčkovnik și S. Kocijančič [47] care au examinat și progresul în alfabetizarea științifică prin utilizarea TIC în predarea științei în general. O retrospectivă a instrumentelor online și softurilor educaționale specializate în predarea biologiei a făcut-o Christophe Merinat, care a subliniat că utilizarea unor astfel de resurse digitale e posibilă, doar că profesorul trebuie să fie conștient de diferitele constrângeri și limite inerente [48]. În Israel, M. Darsler, R. Ehrenberg și L. Sela [49], D. Steiner și M. Mendelovitch [50] au studiat subiectul integrării TIC în predarea științelor și au abordat mai ales educația și dezvoltarea gândirii în învățarea științelor și tehnologiei și integrarea simulărilor computerizate în predarea acestora. De asemenea, cercetătorii R. Deane, K. Ruthven și S. Hennessy [51], Y. Rosen [52] și K. Barak, M. Shani și G. Kurtz [53] au studiat opiniile și percepțiile elevilor față de inovațiile tehnologice în școală și contribuția TIC la procesul de predare-învățare și motivația în general, dar nu au examinat integrarea TIC în predarea biologiei sub aspectul influenței acesteia asupra rezultatelor elevilor, fapt care aduce un plus de valoare acestei cercetări.

Cercetătorii ruși sunt de asemenea implicați în studierea aspectelor implementării tehnologiilor informaționale în procesul de studiere a biologiei. De exemplu K.B. Хайбулина [54], experimentează predarea biologiei cu ajutorul TIC și cercetează impactul acestora asupra rezultatelor școlare ale elevilor, dar se referă doar la unele teme separate, fără a elabora un model pedagogic sub acest aspect. Т.И. Крылова abordează tema mijloacelor moderne ale tehnologiilor informaționale și comunicaționale în organizarea temelor pentru acasă la biologie [55]. Alte studii

se referă la activitatea profesorilor școlari practicieni care împărtășesc experiența lor cu privire la utilizarea TIC la lecțiile de biologie, dar fără a face referire la cercetări pedagogice științifice. Putem aici menționa pe: Ю. А. Косторных [56], А. Коробченко [57], Т.М. Демина [58] etc.

În Republica Moldova studiile cu privire la implementarea TIC în procesul educațional la biologie sunt foarte puține, rezumându-se la abordarea experiențelor practice în acest domeniu ale unor cercetători așa ca: D. Coșcodan, L. Moșanu-Șupac [59], D. Placinta, E. Coropceanu [60, 61], L. Ivancov [32], I. Cristea [63] ș.a.

Studiul rezultatelor cercetărilor pedagogice naționale și internaționale și a practicilor educaționale a permis identificarea **contradicțiilor**:

- dintre oferta extinsă a software-ului și a tehnologiilor educaționale și implementarea insuficientă și chiar reticentă a TIC la lecțiile de biologie din lipsa suportului metodologic și tehnic adecvat pentru profesori;
- dintre utilizarea abundentă de către elevi a tehnologiilor, în deosebi a internetului, în viața cotidiană și implementarea nesemnificativă a TIC în propriul proces de învățare din cauza ghidării pedagogice insuficiente;
- dintre politici educaționale ofertante în domeniul TIC, studiile științifice intensificate recent, modelele tehnice și practice răzlețe de implementare a TIC în procesul educațional la biologie și lipsa unui model pedagogic integrat, fundamentat teoretic și metodologic în acest domeniu.

Cele expuse mai sus și contradicțiile identificate, evidențiază **problema cercetării**: *care sunt fundamentele teoretice și metodologice de implementare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale pentru a eficientiza procesul de predare-învățare a biologiei în gimnaziu astfel încât să aibă loc creșterea rezultatelor școlare ale elevilor?*

Scopul cercetării vizează *fundamentarea teoretică, elaborarea și validarea unui model pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei în gimnaziu menit să contribuie la progresul rezultatelor școlare ale elevilor*. Pentru rezolvarea problemei cercetării și atingerii scopului acesteia au fost înaintate următoarele **obiective**:

- *studiul practicilor educaționale de implementare și integrare a TIC în mediile de învățare;*
- *analiza avantajelor oferite de tehnologiile informaționale și comunicaționale și argumentarea necesității implementării lor în învățământul gimnazial la biologie;*
- *elaborarea unui model pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei;*
- *dezvăluirea reperelor metodologice de implementare a modelului pedagogic elaborat;*

- *validarea prin experiment pedagogic a eficienței modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei.*

Ipoteza cercetării: prin implementarea modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei în gimnaziu se va produce eficientizarea procesului de predare-învățare la disciplina de studiu, fenomen care se va materializa în creșterea rezultatelor școlare ale elevilor la biologie.

Metodologia cercetării științifice a inclus următoarele componente:

- metode teoretice: analiza literaturii de specialitate, analiza documentelor curriculare, documentarea științifică, comparația, sinteza, descrierea, modelarea pedagogică, sistematizarea, generalizarea;
- metode practice: observația, ancheta, metoda testelor, colectarea datelor, analiza, prelucrarea și sistematizarea datelor, evaluarea, prelucrarea datelor experimentale prin metode statistice [64];
- metode experimentale: experimentul pedagogic de constatare și experimentul pedagogic de formare.

Perioada de cercetare este cuprinsă între anii 2015 și 2018 și conține patru etape de bază:

a. Prima etapă s-a desfășurat pe parcursul anilor 2015-2016 și a fost una de documentare care a presupus un șir de activități ca: studierea literaturii de specialitate legată de subiectul integrării TIC în predarea și învățarea biologiei (adaptarea sistemului de învățământ din Israel la secolul XXI, TIC în învățarea biologiei, instrumente TIC necesare profesorului și elevului, integrarea TIC în învățarea biologiei din perspectiva abordării constructiviste: implicații asupra dezvoltării unei gândiri de ordin înalt, creșterea motivației de a învăța și învățarea semnificativă), analiza documentelor curriculare.

b. A doua etapă (2016-2017) se referă la proiectarea cercetării: planificarea cercetării, identificarea problemei, scopului și obiectivelor cercetării, elaborarea modelului pedagogic de integrare TIC în procesul de predare-învățare a biologiei, identificarea eșantioanelor experimentale.

c. Etapa a treia, cea experimentală, cuprinde anii 2017-2018 și presupune determinarea diferențelor dintre eșantioanele participante la experiment, în ceea ce privește influența integrării TIC asupra rezultatelor școlare ale elevilor și a motivației de învățare la biologie în gimnaziu. Experimentul a cuprins șase sub-etape: în prima sub-etapă (mai 2017) a fost depusă o solicitare către Ministerului Educației de permisiune a desfășurării experimentului; a doua sub-etapă (septembrie 2017) se referă la cunoașterea cu școala, conducerea acesteia, profesorii de biologie

și elevii ce vor participa la experiment, apoi oferirea de explicații cu privire la desfășurarea experimentului în școală; în a treia sub-etapă (octombrie - decembrie 2017) are loc testarea experimentului, a patra sub-etapă (ianuarie - mai 2018) conține desfășurarea propriu-zisă a experimentului; a cincea sub-etapă (martie - mai 2018) este cea de control: sunt efectuate două teste pentru a evalua cunoștințele elevilor la biologie după utilizarea TIC; a șasea sub-etapă (sfârșitul lunii mai 2018), petrecerea chestionării și colectarea datelor.

d. A patra etapă (iunie 2018) a fost destinată analizei și concluziilor: s-a făcut analiza și descrierea rezultatelor cercetării (experimentul și chestionarul), s-a cercetat conexiunea dintre concluziile teoretice și cele empirice, a avut loc proiectarea direcțiilor de perspectivă în vederea extinderii cercetărilor în acest domeniu.

Noutatea și originalitatea științifică a rezultatelor cercetării constă în fundamentarea conceptuală a *modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei* prin dovezi teoretice și practice conform cărora utilizarea TIC în predare/învățare contribuie la: îmbunătățirea rezultatelor școlare ale elevilor la biologie; creșterea motivației pentru învățarea biologiei și a auto-eficienței în învățare; adoptarea atitudinii pozitive a elevilor față de integrarea TIC în procesul de studiere a biologiei; îmbunătățirea optimală pe dimensiunile învățării semnificative.

Semnificația teoretică a investigației constă în identificarea, analiza și dezvoltarea reperelor teoretice cu privire la implementarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul didactic la biologie; determinarea fundamentelor teoretico-metodologice ale modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în elaborarea și validarea experimentală a setului de instrumente metodologice și praxiologice incluse în *modelul pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*. Reperele identificate, dezvoltate și valorificate au contribuit la creșterea rezultatelor școlare la biologie a elevilor din școala gimnazială din Israel. Cercetarea desfășurată a permis demonstrarea aplicativității în practica educațională la clasă a tuturor instrumentelor pedagogice și tehnologice concentrate în modelul pedagogic elaborat și validat.

Rezultatul obținut care contribuie la soluționarea unei probleme științifice importante constă în determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de predare-învățare a biologiei în gimnaziu prin intermediul tehnologiilor informaționale și comunicaționale, fapt ce a condus la fundamentarea teoretică și elaborarea modelului pedagogic

de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei.

Implementarea rezultatelor științifice a avut loc în cadrul experimentului pedagogic în care au fost implicați 145 de elevi din clasele a 9-a (59 de elevi au constituit eșantionul de control și 86 de elevi – eșantionul experimental) din școala gimnazială din Kafr Yasif, districtul de nord, Israel. De asemenea, la organizarea și desfășurarea experimentului au participat 3 profesori de biologie ce predau la clasele implicate în experiment, un profesor de informatică și managerul școlii.

Aprobarea rezultatelor cercetării s-a realizat în concordanță cu fazele fundamentale ale cercetării, în decursul realizării sarcinilor teoretice și experimentale propuse de autor.

Principalele rezultate ale cercetării au fost prezentate, discutate și aprobate la ședințele catedrei de biologie vegetală și didactica științelor din cadrul Universității de Stat din Tiraspol; la conferințele științifice naționale și internaționale:

- Simpozionul „*Innovative Methodologies in Education*”, Kaye Academic College of Education, Israel, 2018.
- Conferința republicană a cadrelor didactice, 1-2 martie 2019. UST, Chișinău, RM;
- Congresul Științific Internațional Moldo-Polono-Român: *Educație – Politici – Societate*, 1-4 aprilie 2019. UST, Chișinău, RM;
- Conferința științifică națională cu participare internațională *Învățământ Superior: Tradiții, Valori, Perspective*, 27 – 28 septembrie 2019. UST, Chișinău, RM;
- Conferința republicană a cadrelor didactice, 28-29 februarie 2020. UST, Chișinău, RM.

Publicațiile la tema tezei de doctor. Rezultatele cercetării la tema tezei sunt reflectate în 8 publicații: 4 articole științifice în reviste de categoria B și C; 4 comunicări la conferințe și simpozioane științifice.

Sumarul capitolelor tezei. Teza este compusă din Introducere, trei capitole, concluzii generale și bibliografie, expuse pe 125 pagini.

În *Introducere* se scoate în evidență relevanța temei cercetării, se descrie situația în domeniul de cercetare, se identifică contradicțiile și în baza acestora se formulează problema cercetării. Tot aici se formulează scopul și obiectivele cercetării și se prezintă metodologia cercetării. De asemenea, se evidențiază noutatea și originalitatea științifică a rezultatelor cercetării, semnificația teoretică și aplicativă a investigației, condițiile de implementare și aprobare a rezultatelor cercetării. La final se prezintă sumarul compartimentelor tezei.

Capitolul 1, *Aspecte teoretice ale utilizării tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul didactic la biologie*, poartă un caracter teoretic și reprezintă o sinteză a lucrărilor

științifice de specialitate publicate de diverși autori, care au tangențe cu tema de cercetare. Reflectă aspectele epistemologice ale utilizării TIC în educație în general și la lecțiile de biologie în particular, începând cu noțiunea generală a conceptului de TIC și finalizând cu programul național din Israel pentru adaptarea sistemului educațional la secolul XXI. Se descriu, de asemenea, modele și metode de predare prin intermediul TIC și se specifică instrumentele și tehnologiile pe care le poate utiliza profesorul în acest scop. În concluziile acestui capitol se evidențiază **actualitatea** problemei de cercetare și se înaintază obiectivele ce vor conduce spre soluționarea acesteia.

Capitolul 2, *Repere teoretico-metodologice de implementare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*, constituie nucleul de bază al investigației și reflectă aportul științific al autorului. Aici se prezintă *modelul pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*, elaborat și fundamentat teoretic. Se descriu detaliat reperele conceptuale, metodologice și praxiologice ca părți componente ale modelului și se determină caracteristicile acestuia, așa ca: originalitatea, caracterul inovativ, adaptabilitatea, caracterul evolutiv și integrator. Se descrie metodologia implementării modelului, axată pe strategii, metode, tehnici și instrumente inovative, implementate în procesul de predare-învățare a biologiei în gimnaziu, din perspectiva constructivismului modern. Tot în acest capitol se prezintă programul de intervenție experimentală, atât la nivelul cadrelor didactice, cât și la nivelul elevilor. Se finalizează capitolul cu evidențierea, în cadrul concluziilor acestuia, a obiectivelor realizate.

În capitolul 3, *Argumentarea experimentală a eficienței modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei și a metodologiei elaborate*, se face referire la experimentul pedagogic desfășurat în clasele a 9-a ale școlii gimnaziale din Kafr Yasif, districtul de nord, Israel, descriindu-se detaliat fiecare etapă a acestuia. Se prezintă, de asemenea, analiza statistică a rezultatelor experimentului, utilizându-se instrumentele oferite de softul specializat SPSS. Testele statistice sunt aplicate atât eșantionului experimental cât și celui de control, determinându-se diferențele în ceea ce privește rezultatele școlare obținute la biologie prin intermediul TIC. În concluziile acestui capitol se evidențiază eficiența modelului și a metodologiei elaborate.

Concluziile generale reflectă rezultatele științifice obținute de autor și sunt corelate cu obiectivele realizate, ceea ce a contribuit la soluționarea problemei științifice a investigației curente.

1. ASPECTE TEORETICE ALE UTILIZĂRII TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE ȘI COMUNICAȚIONALE ÎN PROCESUL DIDACTIC LA BIOLOGIE

1.1. Percepția generală și politici ce țin de implementarea Tehnologiilor Informaționale și Comunicaționale în educație

1.1.1. Abordări generale vis-a-vis de Tehnologiile Informaționale și Comunicaționale

Termenul Tehnologii Informaționale și Comunicaționale (TIC) se referă la utilizarea tehnologiilor pentru recepționarea, prezentarea și distribuirea electronică a informațiilor. Acesta este echivalent cu termenul Tehnologii Informaționale (TI), dar totuși acest termen subliniază importanța mass-media în utilizarea tehnologiilor informaționale. În ultimele două decenii, TI s-au extins la a fi TIC și au devenit mai dominante în școli. Termenul TIC a fost folosit de academicieni încă din anii 80. Adăugarea Comunicațiilor la Tehnologiile Informaționale s-a făcut pentru a evidenția importanța din ce în ce mai mare a diverselor media, în special a Internetului, în tratarea informațiilor [51, 65].

Scopul tehnologiilor informaționale în educație este de a influența pozitiv procesul învățării, prin oferirea instrumentelor necesare pentru a crea medii de învățare adaptate celui ce învață. Există două modalități de utilizare a TIC în educație: 1. oferirea de instrumente și formarea de abilități TIC; 2. utilizarea TIC ca mijloc de formare progresivă a elevilor ca parte a curriculumului școlar formal. Practic, însă, aceste metode de utilizare nu sunt valorificate pe deplin în școli (Israel): profesorii raportează că nu folosesc instrumentele TIC la lecțiile lor, unii afirmă că folosesc TIC ineficient, iar alții sunt de părerea că tehnologiile informaționale au o contribuție minoră la îmbunătățirea învățării. Deoarece majoritatea programelor de implementare a TIC sunt prevăzute pentru trei sau cinci ani, deci limitat temporal, adesea profesorii școlari percep utilizarea tehnologiilor informaționale la lecție ca pe un moft, ca pe o metodă de predare ce poate fi folosită doar câțiva ani. Organizațiile care promovează TIC-ul în educație sunt percepute ca adepte ale tehnologiei și nu implicit ca facilitatori ai unei utilizări optime a acestora. Abordarea care ghidează utilizarea TIC pentru fortificarea procesului instructiv-educativ este aceea că educația în general și sistemul de învățământ în special ar trebui să ofere condițiile necesare pentru actualizarea și îmbunătățirea învățării, pentru întărirea și promovarea construirii cunoașterii și dobândirea de competențe TIC care va susține într-o măsură considerabilă acest proces [66].

Numeroase argumente au fost aduse cu privire la potențiala contribuție a TIC la procesul de învățare al elevilor. Tehnologia este percepută ca un furnizor de instrumente imediate pentru profesori și elevi deopotrivă, iar principalele sale utilizări sunt pentru dezvoltarea abilităților

tehnice. Cu toate acestea, unii cercetători consideră că rolul cel mai important și de succes al computerului în educație este cel de implicare complexă în conexiunea activității profesorilor și a elevilor, între mașinile disponibile și software. Deși calitatea și nivelul resurselor TIC continuă să se îmbunătățească în multe școli, dotarea doar cu echipamente are o valoare limitată, susțin alți cercetători, cu excepția cazului în care utilizarea tehnologiei în cadrul lucrului a fost rațională, a determinat îmbunătățirea strategiilor pedagogice pentru învățarea elevilor care poate fi dezvoltată util prin intermediul acestora [67].

În ultimele decenii, se atestă dezvoltarea intensă, precum și asimilarea extensivă a tehnologiei informației în întreaga lume. Cunoașterea, înțelegerea și utilizarea tehnologiilor informaționale devin abilitățile fundamentale ale vieții în societatea modernă. Sistemul de învățământ împărtășește aceste modificări și acționează de asemenea într-o lume dinamică care se schimbă vertiginos. Iată de ce, Ministerul israelian al educației a lansat un program inovator numit „Adaptarea sistemului educațional la secolul XXI”, care are la bază asimilarea tehnologiilor inovatoare, bogate în resurse, în școli. În același timp are loc adaptarea programelor de învățământ și formarea personalului didactic pentru a dezvolta la elevi abilitățile de învățare necesare cetățenilor epocii actuale a tehnologiilor [68]. „Epoca informațională” se caracterizează prin supraîncărcarea, abundența informațiilor și prin numeroase dezvoltări tehnologice, printre care și revoluția TIC. Elevii din zilele noastre sunt expuși unei lumi conduse cu mega viteze în domeniul digital și online, în domeniul media și chiar în relațiile interpersonale. Ei sunt supuși unor multiple provocări simultan. Aceste provocări sunt foarte incitante, ceea ce duce la concentrarea cu dificultate asupra unui anumit lucru pentru o perioadă îndelungată de timp. Lumea digitală și online aduc o schimbare dramatică în structura ierarhică a sursei de cunoaștere și accesibilitate la informații, afectând elevul, profesorul, curriculumul școlar, procesele de predare-învățare și mediul educațional. Toate acestea, obligă educația să se adapteze nevoilor celui ce învață și ale societății, să scoată în evidență învățarea semnificativă care implică elevul, crește interesul, motivația și creează un proces responsabil și agreabil atât pentru elev cât și pentru profesor [69], [70], [71].

Afirmația că stilul de viață impregnat de tehnologie a afectat modul de gândire și metodele preferate de învățare ale elevilor astăzi, a trezit o preocupare pentru detașarea culturală între instituțiile de învățământ în forma lor tradițională și elevi. Unii cercetători chiar au constatat furie și frustrare în rândul elevilor din cauza unei mici și nesubstanțiale integrări a tehnologiei în școală. Această constatare face posibilă previziunea că elevii vor fi satisfăcuți și vor coopera cu inițiativele pedagogice ce presupun integrarea tehnologiilor [72]. Pe de altă parte, cercetătorul N. Selwyn [73]

a descoperit că elevii, în ciuda utilizării și a pasiunii lor pentru internet, nu sunt dornici să-l lase să intre în învățământul școlar și să altereze învățarea tradițională.

Nu este posibil astăzi să existe un sistem educațional modern care să nu integreze tehnologiile în învățare și predare, mai degrabă această integrare obligă operarea unui sistem extins de considerente aprofundate, fără de care asimilarea acestora ar putea eșua. Majoritatea studiilor indică faptul că, în ciuda eforturilor investite în integrarea tehnologiilor diverse și inovatoare, în multe școli din Israel și din întreaga lume, cultura de predare și învățare s-a schimbat cu greu. În paralel, cele mai multe studii care estimează impactul tehnologiilor asupra culturii sistemului educațional, subliniază dezamăgirea pentru schimbarea pe care a făcut-o tehnologia - mai ales atunci când s-au luat în considerare costurile ridicate asociate acesteia. Așadar, asimilarea tehnologiilor inovatoare în sistemele educaționale este inutilă? Cu siguranță nu! În mod clar, nu este posibil să se mențină un sistem educațional modern care nu va integra intens tehnologia în învățarea și predarea pe care o deține [68].

1.1.2. Programul național israelian pentru adaptarea sistemului educațional la secolul XXI

Având în vedere infiltrarea și extinderea rapidă a tehnologiilor informaționale și comunicaționale, statul Israel se confruntă cu adaptarea sistemului de învățământ la secolul XXI, alocând resurse ca parte a reformei legate de TIC [74]. Începând cu 2010 a fost demarat un program național multianual denumit „Adaptarea sistemului educațional la secolul XXI”, care promovează implementarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale în școală în scopul transformării acestora în instituții bazate pe TIC (în continuare, *program național TIC*). Unul din accentele acestui program este asimilarea pedagogiei inovatoare și promovarea alfabetizării digitale în diferite domenii online, pentru îmbunătățirea proceselor de predare, învățare și evaluare, precum și pentru promovarea proceselor de cooperare socială.

Scopul principal al programului național TIC este integrarea tehnologiei informației și comunicațiilor în procesele de predare-învățare-evaluare. Pentru realizarea acestui scop, Ministerul Educației a adoptat conceptul proiectului internațional IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), potrivit căruia, elevii ar trebui să fie instruiți sub aspectul alfabetizării digitale (Computer and Information Literacy – CIL). Această competență reprezintă abilitatea individului de a folosi calculatoarele pentru cercetare, creare și comunicare eficientă la școală, acasă și în comunitate [69].

Programul tinde să promoveze asimilarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale în domeniile organizațional, pedagogic și social ale școlii, să conducă la existența unei pedagogii inovatoare în școală și să ofere oportunități de formare și dezvoltare a competențelor secolul XXI,

concomitent cu integrarea TIC. Competențele secolului XXI sunt orientate pe trei domenii importante la care pedagogia inovatoare ar trebui să ofere un răspuns: 1. competențe cognitive de nivel superior care includ gândirea creativă și ingeniozitatea, gândirea critică și abilitățile de rezolvare a problemelor. 2. competențe de lucru colaborativ, învățare independentă și etică. 3. competențe de gestionare a informațiilor digitale și comunicative care includ alfabetizarea informațională, alfabetizarea pentru media și alfabetizarea în domeniul TIC [70].

Noul program național TIC este un program practic, pentru implementarea în școli, care are ca scop schimbarea comportamentului profesorilor în clasă. Programul se bazează pe un model computerizat al pedagogiei inovatoare, care are ca scop asimilarea ei la nivel sistemic în școală, formând și dezvoltând în același timp la elevi competențele secolul XXI, integrate cu TIC. Un astfel de model inovator fortifică rolul profesorului în relația cu elevii și școala sa și, de asemenea, schimbă continuu rolul său în clasă. Aspirația este că toți profesorii școlari vor practica o pedagogie bazată optimal pe tehnologie în stilul de viață școlar, vor folosi sisteme de gestionare a informațiilor și vor avea o comunicare veritabilă cu părinții și comunitatea. S-a planificat ca programul să fie implementat treptat, în toate școlile din țară, pe parcursul a cinci ani, în timp ce în primii doi ani școlile elementare din districtele de Nord, Sud și Ierusalim se alătură programului pentru a reduce decalajul digital din aceste raioane [3]. Programul național TIC oferă o infrastructură tehnologică și pedagogică pentru formarea și dezvoltarea competențelor secolul XXI și permite formarea absolvenților sistemului de învățământ israelian capabili să facă față pieței globale a muncii și mediului academic în scopul pregătirii statului Israel de confruntarea cu viitoarele provocări economice locale și globale, culturale și de securitate. Accentul în program se pune pe profesori, prin conștientizarea faptului că investițiile în această resursă vor produce cel mai bun randament. Concepția holistică a programului presupune garantarea succesului și atingerea obiectivelor lui prin îmbinarea elementelor sale complementare: adaptarea curriculumului; conținut digital; dezvoltarea profesională a personalului didactic; infrastructură și mentenanță; control și evaluare [74].

Conform versiunii a 12-a a Documentului de Master al programului național TIC, elaborat de Ministerul Educației [75], competențele secolului XXI includ:

1. *Utilizarea instrumentelor TIC* – presupune folosirea diferitelor tipuri de instrumente computerizate pentru predare și învățare, selectarea și utilizarea diferitor instrumente TIC în conformitate cu necesitățile și combinarea pentru plus valoarea acestora. De asemenea, această competență include și organizarea și gestionarea informațiilor în fișiere personale, stocarea lor pe web, lucrul cu mai multe ferestre ale diferitor aplicații, elaborarea unei baze de date în programe

de calcul tabelar, crearea graficelor și analiza rezultatelor acestora, lucrul cu mai mulți colegi într-un document de colaborare cu ajutorul instrumentelor Google etc.

2. *Alfabetizarea în domeniul TIC* - un derivat al abundenței de informații din spațiul virtual. Această competență presupune o importanță deosebită pentru gestionarea inteligentă a informațiilor, cunoașterea diferitelor reprezentări ale acestora, localizarea informațiilor relevante în diferite moduri (în raport cu tipul necesar de informații), indexarea referințelor și fuzionarea informațiilor, evaluarea informațiilor și reprezentarea lor, de exemplu crearea un text digital care include referințe legate de context (link-uri), căutarea prin diferite strategii a informațiilor: utilizarea operatorilor, a cuvintelor cheie, a căutării în baze de date și a diverselor motoare de căutare.

3. *Gândirea critică și abilitatea de rezolvare a problemelor* - într-o lume dinamică care necesită inovație, cogniție de nivel superior și abilități de analiză, elevii ar trebui să fie instruiți să fie cu inițiativă de creare și inventatori originali care gândesc diferit; să aibă capacitatea de a identifica noi conexiuni între concepte, de a identifica diferite strategii într-un proces sau o misiune. Elevii trebuie antrenați în luarea de poziții și formularea de opinii, previziuni, în dezvoltarea intuiției, a scepticismului, a gândirii critice, metacognitive, îndrumați către explorare și alegere.

4. *Comunicarea colaborativă și muncă în echipă*. Necesitatea acestei competențe se explică prin faptul că în lumea modernă a muncii este important pentru o persoană să aibă abilitatea de a lucra în echipă, în același timp conștientizând avantajele sale cu privire la unele abilități pe care le posedă, precum și să-și formeze abilitățile în care el este mai slab utilizând experiența celorlalți membri ai echipei. De asemenea, membrii unei echipe trebuie să permită fluxul de informații și cunoștințe, partajarea sarcinilor etc.

5. *Independența elevilor*. Un elev independent își actualizează constant cunoștințele, studiază, are inițiativă, este motivat și activ pe internet, dobândește informații în mod inteligent. Elevul independent trebuie să identifice stilul său de învățare optim și să acționeze conform acestuia.

6. *Competențe etice și protecția în rețea* - spațiul digital prezintă noi provocări cu privire la protecția proprietății intelectuale, confidențialitate și etică pe internet. Prin urmare, elevilor ar trebui să li se dezvolte abilitatea de conștientizare și responsabilizare personală și socială; să fie instruiți pentru conduită etică și protecție pe internet; pentru cunoașterea legilor privind drepturile de autor și în special comportamentul etic [75].

Pentru a ajunge la situația în care tehnologia să fie folosită pentru implementarea pedagogiei inovatoare și pentru formarea de abilități specifice secolului XXI, ar trebui să se

persevereze spre starea în care integrarea tehnologiei informației ar crește calitatea următoarelor aspecte ale predării: crește nivelul competențelor profesorilor; adaptează predarea la necesitățile diferitor elevi; se oferă feedback în timp real; se asigură un continuum de învățare în clasă și acasă; se consolidează legătura dintre casă și școală; se administrează pe baza tehnologiei informaționale. Programul cuprinde sute de școli primare și licee, care constituie aproximativ 40% din toate instituțiile de învățământ din Israel. Eficiența programului crește, după cum se evidențiază în evaluarea primară din raportul național recent Meitzav, care arată că utilizarea TIC pentru învățare este în creștere și îmbunătățită semnificativ în comparație cu anii precedenți [76].

TIC este o condiție necesară pentru actualizarea pedagogiei inovatoare. O utilizare inteligentă a TIC, care se bazează pe cunoașterea avantajelor și dezavantajelor lui relative, poate contribui foarte mult la implementarea pedagogiei inovatoare. Prin intermediul TIC poate fi promovat dialogul de interacțiune și cooperare între profesor și elevi, în care elevii participă la construirea lecției și a conținutului acesteia, pentru a determina o înțelegere și o asimilare mai profundă a conceptelor și proceselor. Aceste interacțiuni se caracterizează prin discuții vii și reacții reflective din partea profesorului, în detrimentul utilizării interacțiunii autoritare, în care profesorul stabilește structura și conținutul lecției, iar elevii nu răspund activ [77]. Prin utilizarea TIC, pedagogia inovatoare poate deveni mai relevantă pentru cei ce învață, mai mult, se poate baza inteligent pe utilizările profitabile din viața lor de zi cu zi (rețele sociale, bloguri, jocuri pe calculator etc.). Profesorul este factorul decisiv care determină ce instrument TIC va fi utilizat.

1.1.3. Factorii implicați în implementarea programului național TIC

Asimilarea schimbării în sistemele de învățământ este diferită de procesele de schimbare care apar în alte domenii ale societății. Spre deosebire de schimbările din domeniul afacerilor și industriei care sunt reglementate de procesele pieței libere, instituția educațională este de obicei susținută de guverne și, astfel, nu se poate schimba fără o planificare „de sus”. Acest tip de planificare este o condiție necesară, deși nu suficientă. De obicei, acest tip de planificare forțată includea formarea viziunii, stabilirea standardelor, modificarea programelor, stabilirea procedurilor privind acceptarea contingentului subvențiilor de la guvern și numirea conducerii instituționale și sistemice [78]. Procesele educaționale sunt procese dinamice și complexe, care implică schimbarea tiparelor de acțiune ale cadrelor didactice, schimbarea identității școlii, îmbunătățirea performanțelor elevilor și adaptarea la schimbările de mediu. Numeroși cercetători se implică în cercetarea factorilor care ajută sau inhibă succesul schimbărilor educaționale în general și integrarea TIC în special. Unii subliniază aspectul organizațional și modul în care organizația se pregătește să asimileze schimbarea în structura și acțiunile sale, alții evidențiază profesorii și modul în care aceștia fac față cererii de schimbare. O parte din cercetători subliniază

importanța directorului și a sprijinului său în procesul de asimilare a inovării, iar alții examinează contribuția factorilor externi școlii la integrarea TIC:

1. *Dimensiunea organizațional-administrativă*: această dimensiune se referă la conducerea școlii și la administrație, exprimată prin sprijinul lor pentru procesele de formare a cadrelor didactice, prin dirijarea procesului de asimilare, prin cooperarea cu organele externe și motivarea personalului spre cooperarea la acest proces. Opinia generală cu privire la integrarea TIC ca parte a viziunii școlare este esențială pentru procesul de asimilare și ar trebui să includă o declarație din partea celor implicați să conducă implementarea devenind o conducere educațională în această direcție [26]. Directorul școlii reprezintă un factor deosebit de important în implementarea unei schimbări a sistemului, cercetările subliniind faptul că proiectele care au primit sprijinul directorului au avut șanse mai mari de succes, deoarece implicarea lui crește importanța proiectului, oferă sprijin psihologic și aprovizionează cu resursele necesare. În plus, directorul sau conducătorul proiectului oferă viziunea care explică profesorilor care sunt scopurile comune și determină distribuirea resurselor în direcțiile necesare [79].

2. *Personalul didactic și nivelul cunoștințelor pedagogice*: sprijinul profesorilor este un alt factor semnificativ în implementarea unei schimbări în școală. Obiecțiile lor derivă din diferite motive cum ar fi: eșecurile încercărilor anterioare, lipsa compensațiilor adecvate, teama de necunoscut și interesele diferitelor grupuri de putere [80]. Prin urmare, formarea profesorilor este o precondiție a implementării inovațiilor și schimbărilor în școală. Studiul lui O. Avidov-Ungar și A. Cohen [21] a constatat că, cu cât nivelul cunoștințelor tehnologice pedagogice este mai mare, cu atât va fi mai înalt nivelul de integrare a TIC. Prin urmare cunoștințele pedagogice ale profesorului au o importanță semnificativă pentru asimilarea tehnologiilor informaționale. Astfel, un profesor care nu are cunoștințe tehnologice, reușește să implementeze TIC datorită abilităților sale pedagogice.

3. *Structura și procesele din cadrul școlii*: mulți cercetători susțin că, fără schimbări esențiale în structura școlii (divizare la clase, unități de studiu) și în procesele de învățare (metode de predare și evaluare), schimbările esențiale în procesul de învățământ ar fi imposibile. Factorii importanți din acest grup sunt timpul, spațiul, diviziunea rolurilor, tiparele de comunicare între profesori și politica școlară.

4. *Factorii externi școlii*: perceperea școlii ca pe un sistem organizatoric deschis, care interacționează cu cei din jur, atribuie o importanță deosebită organismelor externe în influența asupra procedurilor de schimbare, deși nu întotdeauna în direcția dorită. Printre factorii cei mai proeminenți din mediul extern școlar se poate de menționat: Ministerul Educației, organele de supraveghere, autoritățile locale și alte entități interveniente [26].

5. *Infrastructura*: un factor adițional care contribuie la promovarea inovării în educație este disponibilitatea resurselor de infrastructură adecvate: hardware, măsurat prin cantitatea de calculatoare disponibile în școli pentru elevi și profesori în scopuri de predare și învățare; calitatea și funcționalitatea echipamentului (viteza procesorului, sistemul de operare, dispozitivele periferice și accesul la internet); software, inclusiv aplicații open-source și specializate. Cu toate acestea, echipamentul în sine nu este suficient și ar trebui să fie însoțit de un alt factor valoros - suportul tehnic și pedagogic [79].

În plus, factorii instituționali și sistematici afectează înrădăcinarea inteligenței tehnologice, iar pentru ca asimilarea tehnologiilor informaționale să creeze o schimbare organizațională, ar trebui să se îndeplinească numeroase condiții. O revizuire a tendințelor în schimbările educaționale arată că viitoarele modificări devin din ce în ce mai comprehensive și mai complexe, astfel încât aplicarea lor ar necesita implicarea guvernamentală, implicare care presupune promisiuni și angajamente ale liderilor, randamentul noilor idei și resurse considerabile. Totuși acești factori vin cu orar nerealist de realizare a schimbărilor, cerințe incompatibile, soluții simpliste, resurse direcționate către destinații incorecte și performanțe inconsecvente. D. Surry, D. Ensminger și M. Jones [23] au explorat factorii care influențează integrarea TIC în predarea în instituții de învățământ superior. Ei au creat un model numit RIPPLES (resurse, infrastructură, politică, oameni, învățare, evaluare, suport) care identifică șapte factori majori: a) resurse și alocare bugetară; b) dezvoltarea de hardware, software, infrastructuri de rețea etc.; c) viziunea politicilor, un plan declarat și susținerea conducerii instituției; d) motivația, credințele, atitudinile și valorile facultății; e) perceperea schimbării ca un mijloc de realizare a sarcinilor educaționale; f) evaluarea impactului schimbării asupra predării și dezvoltarea unui program pentru a determina factorilor care progresează sau inhibă procesul, examinând relația dintre investiție și rezultate; g) sprijin și încurajare - formarea facultății, oferind suport tehnic, pedagogic și administrativ (note, promovare, recompense). Capacitatea liderilor instituțiilor de a conduce schimbarea constituie un factor substanțial în succesul asimilării acesteia.

1.1.4. Variabilele ce susțin sau inhibă inovația pedagogică bazată pe integrarea TIC

Imperativul Ministerului Educației de a adapta școlile la cerințele secolul XXI reprezintă noi provocări pentru cei implicați în predare. În consecință, se impune necesitatea examinării factorilor care promovează sau inhibă integrarea TIC în școli, precum și nevoia de observare a procesului de schimbare în diferite momente de timp [22]. Astăzi, elevii trăiesc într-o lume care trece prin schimbări rapide în domeniile de ocupație, studiu și viața personală, inclusiv în care are loc utilizarea pe scară largă a tehnologiilor. În acord cu aceasta, sistemul de învățământ pune

accentul pe dezvoltarea și aplicarea pedagogiilor adecvate de pregătire a elevilor pentru provocările de viitor [72].

TIC creează schimbări care obligă sistemul de învățământ să răspundă, să facă față și să se schimbe. Cele mai relevante tehnologii de informare și comunicare pentru procesele de învățare și predare constituie o provocare imensă pentru sistemul de învățământ. Tehnologia TIC este percepută astăzi drept un potențial catalizator al schimbărilor în sistemul de învățământ și ca un mijloc care să permită echiparea cetățenilor de mâine cu instrumentele necesare vieții în societatea informațională. Identificarea și definirea factorilor implicați în inovația educațională bazată pe integrarea TIC, măsurarea puterii implicării lor și localizarea conexiunilor dintre nivelurile și cauzele inovației - toate acestea pot contribui la cadrul conceptual al integrării TIC în sistemul de învățământ în general și în școală în special [79].

Rezultatele cercetărilor lui D. Mioduser, R. Nachmias, A. Porcush și D. Tobin [79] prezintă implicarea și contribuția grupurilor de factori în inițiativele inovatoare care integrează TIC. Acești factori sunt atestați la mai multe niveluri:

1. *Nivelul de sistem.* La acest nivel se atestă o creștere semnificativă a inițiativelor educaționale ce țin de integrarea TIC, cele mai multe dintre ele aflându-se în faza de tranziție, astfel încât inovarea poate fi combinată în diferite moduri;

2. *Nivelul școlar.* TIC aduce schimbări instituționale, în special în implementările pedagogice. Șansele de reușită ale inovației depind de infrastructura umană, organizațională și tehnică, cum ar fi conducătorul instituției sau un manager de susținere. O intervenție externă adesea reprezintă doar un instrument în implementarea inițiativei inovatoare;

3. *Nivel pedagogic.* Pedagogia este cea care a identificat integrarea TIC ca factor principal în inovație. Inițiativele inovatoare au permis învățarea prin sarcini autentice, iar schimbarea treptat a luat amploare și a vizat atât domeniul cunoștințelor cât și cel al funcțiilor în școală, atât la nivel de tehnologie, cât și curriculum. Mai mult, aplicațiile digitale s-au extins la nivel de dezvoltare și implementare conform necesităților de învățare și evaluarea alternativă;

4. *Nivelul profesorilor.* O mare parte din profesori mai au încă nevoie de sprijin în domeniul TIC, iar procesul lor de formare necesită diferențiere în funcție de domeniile de integrare și de nevoile profesorului. Cu toate acestea, procesul de inovare și de formare a personalului didactic nu trebuie să fie pe scară largă și nici să nu includă, obligatoriu, întregul personal al școlii;

5. *Nivelul elevilor.* Aceștia sunt principalii beneficiari ai integrării TIC, atât din punct de vedere academic, cât și din punct de vedere al rolurilor lor de elevi: Ei experimentează sarcini autentice semnificative, iar în rolurile lor de elevi pot fi identificate schimbări.

Inițiativele inovatoare pot fi implementate în rândul diferitelor categorii de populație apte de învățare pentru a răspunde nevoilor unice. Potrivit lui Nira Hativa [2], factorii care promovează integrarea cu succes a tehnologiei în curriculum sunt: 1. *Atitudinea pozitivă a profesorului* față de integrarea tehnologiei în instruirea - atitudinea pozitivă crește motivația de a se integra și de a depăși obstacolele. 2. *Experiență de succes* din spate în domeniul integrării tehnologiei în predare. S-a constatat că profesorii care au folosit deja cu succes anumite tehnologii în predarea lor au atitudini pozitive față de integrarea aceleiași tehnologii, precum și a altora, în timp ce profesorii care nu au o astfel de experiență de utilizare tind să aibă atitudini mai puțin pozitive. Aceasta se explică prin faptul că experiența cumulativă de integrare a unei anumite tehnologii în cadrul predării, oferă profesorilor o mai mare încredere în sine și un sentiment de confort în această utilizare. Prin urmare, experiența anterioară și satisfacția rezultatelor unei astfel de integrări în trecut sunt esențiale pentru utilizarea continuă a tehnologiei specifice și chiar a altor tehnologii didactice. 3. *Motivația personală înaltă* de a preda bine, de a se dezvolta ca profesor și un angajament personal de a promova învățarea elevilor se exprimă prin devotament și dedicarea unui timp considerabil dar și prin efort pentru pregătirea lecțiilor. 4. *Sprijinul semnificativ din partea instituției* de învățământ pentru utilizarea tehnologiei în predare, atât din punct de vedere declarativ, verbal cât și prin investiție financiară, dar și prin angajarea unui expert pentru sprijin tehnic. 5. *Accesibilitate bună la tehnologie* în clasă care se exprimă prin ajutorul nemijlocit în clasă a unui tehnician din instituție, astfel încât profesorul să nu eșueze și accesul pentru toți elevii în clasă la echipamente, dispozitive hardware și software într-o măsură adecvată. 6. *Existența unui grup de asistență* a personalului (de obicei în cadrul rețelei online) care utilizează aceeași tehnologie pentru consultare și feedback [2].

Factorii care împiedică integrarea TIC sunt: *lipsa resurselor și, mai ales, nealocarea timpului pentru proces; lipsa de cunoștințe, abilități și competențe tehnologice; probleme de infrastructură; dificultăți de ordin tehnologic și politica organizațională ineficientă*. Există factori de bază a căror existență este esențială pentru implementarea cu succes a inovației în organizație și pentru instituționalizarea schimbării în sistem pe tot parcursul procesului: cunoștințe și abilități, disponibilitatea resurselor și a timpului, recompense și oameni care gestionează procesul [22].

Conform rezultatelor cercetării lui O. Avidov-Ungar și A. Forkosh-Baruch [22], integrarea TIC în predare se realizează la factori externi și interni care pot fi încurajatori sau inhibitori. Percepțiile și credințele cadrelor didactice cu privire la TIC și integrarea acestora în predare, precum și sprijinul acordat pentru obținerea cunoștințelor și abilităților tehnologice pedagogice constituie factori comuni interni și externi de încurajare sau inhibitori. Pe lângă aceștia, există factori externi care pledează pentru integrarea TIC în predare. Pentru integrarea reușită a

tehnologiei pentru progresul învățării, este important să se ia în considerare toți factorii care o pot afecta - atât factorii care perturbă aplicarea tehnologiei în predarea la clasei, cât și pe cei care promovează acest proces.

1.1.5. Expectanțe ale integrării TIC în sistemul de învățământ și în studiul științelor

Pe parcursul secolului trecut au existat mai multe încercări de a combina noile tehnologiile dezvoltate în învățământ (cum ar fi filmul, radioul, mașinile instructive, televiziunea, computerul, predarea online). Prin urmare, de la fiecare tehnologie au existat așteptări mari ce țin de revoluționarea predării și că aceasta ar progresa dramatic eficiența învățării. Istoria și realitatea ne arată că după primii ani de entuziasm, foarte puține dintre aceste tehnologii au fost combinate la o scară largă în predarea la clasă. În ultimele două decenii, a început o revoluție uimitoare în consumul și producerea de cunoștințe globale, în special datorită extinderii masive a utilizării tehnologiei mobile (tablete și smartphone-uri), a rețelelor sociale de comunicații și a aplicațiilor lor în media (precum Facebook și Twitter) dar și a tehnologiilor Cloud. Această revoluție a și încă influențează toate aspectele vieții moderne și, desigur, nu a evitat predarea și învățarea în învățământul superior și școli [2].

Contribuția tehnologiei cunoașterii la creșterea economică rapidă din anii 90 a ridicat întrebarea cu privire la posibila contribuție a acesteia la îmbunătățirea educației, în special prin prisma faptului că unele dintre caracteristicile tehnologiei informației sunt compatibile cu principiile învățării și sunt potrivite pentru îmbunătățirea învățării. Pe baza considerațiilor economice și a potențialului TIC de îmbunătățire a educației, numeroase țări au început să dezvolte o politică care încurajează informatizarea educației. De exemplu, în întreaga lume, de la Chile la Finlanda și de la Singapore la SUA, precum și Israel, toată țările au elaborat politici naționale care plasează TIC în centrul reformei curriculare și educaționale [79].

Cercetările și rapoartele din domeniu arată că TIC poate contribui la procesele de predare și învățare, calificând platformele pentru cursuri și programe de învățământ ca parte a proceselor de învățare la distanță. În plus, tehnologia informației poate fi folosită ca un pod de legătură pentru pedagogia inovatoare în educație. Tehnologiile permit oportunități de învățare „deschisă”, care se bazează pe stocarea cunoștințelor, filtrarea și adăugarea lor la procese cu soluții reale. Această atmosferă cultivă un elev cu auto-orientare, încurajând gândirea liberă, asumarea de responsabilități și lucrul ca parte a unei echipe. Prin urmare, integrarea TIC permite interacțiunea elevului cu materialul de studiu în volum și calitate diferită față de orice altă tehnologie. TIC permite progresul în ritm personal; facilitează învățarea activă; oferă posibilitatea de alegere și feedback imediat, de formare și perfecționare; trezește interesul; lansează provocări și îmbunătățește imaginea de sine. Un mediu în care computerul este integrat inteligent în procesul

de predare și învățare, permite profesorului să-și diversifice metodele de lucru, să schimbe tiparele de interacțiune între el și elevii săi și să acorde o atenție suplimentară variației lor. Un astfel de mediu face posibilă îndeplinirea unor sarcini provocatoare dificil de executat în absența calculatorului și favorizează situațiile de lucru în echipă. Din aceste motive, așteptările vis-a-vis de învățarea în mediul TIC se referă la îmbunătățirea atitudinii elevilor față de diferitele materii de studiu, la creșterea motivației, la dezvoltarea abilităților de învățare. Conform cercetătorilor israelieni, TIC va induce la situația în care majoritatea elevilor vor fi capabili să-și maximizeze abilitățile și să-și îmbunătățească rezultatele școlare [79].

Un studiu privind integrarea TIC în predarea matematicii și științelor [81, p. 7], a determinat că profesorii ce utilizează TIC în predarea disciplinelor din aria curriculară Științe din Israel consideră că această activitate le dezvoltă abilitățile personale, le îmbogățește și optimizează sarcinile pentru care sunt responsabili. De asemenea, ei cred că elevii lor beneficiază de integrarea TIC în predare. Peste 70% dintre cadrele didactice care au folosit TIC pentru predare au raportat că: TIC le-a intensificat competențele personale; s-au îmbogățit cu metode de predare inovatoare; le-a permis accesul la resurse didactice de înaltă calitate și a contribuit la cooperarea cu colegii. Mai mult de jumătate din cadrele didactice au raportat că, în plus, procesele de predare la clasă au fost îmbunătățite și optimizate. Aproximativ trei sferturi dintre profesorii de știință din Israel care au folosit TIC consideră că această utilizare a sporit motivația elevilor lor de a învăța, de a dobândi cunoștințe și de a dezvolta abilități în procesarea informațiilor, auto-învățare și comunicare. Tehnologia TIC este considerată, atât de directori, cât și de profesorii de știință, ca un facilitator al învățării și al dezvoltării abilităților și performanțelor profesorilor și elevilor, în special în sectorul arab.

Inovația educațională se poate manifesta la toate nivelurile, începând cu inovații în paradigma educațională, continuând cu proiectarea timpului, spațiului, a practicii educaționale și terminând cu procesele de învățare, gândire și cel curricular [79].

Tehnologiile Informaționale și Comunicaționale nu reprezintă o condiție necesară pentru realizarea pedagogiei inovative, însă utilizarea inteligentă a TIC, bazată pe recunoașterea avantajelor și dezavantajelor lor relative, are un mare aport în implementarea acestei pedagogii. *Transformarea procesului dat în acțiuni concrete va determina gradul lor de utilitate în predare-învățare.* Întrebarea principală nu se referă la necesitatea TIC în educație, ci mai degrabă: în ce condiții TIC-ul este util? Pentru cine? Care sunt efectele secundare nedorite? Și cum pot fi prevenite?

1.1.6. Implementarea programelor TIC în țările din întreaga lume și în Moldova

Multe sisteme de învățământ din întreaga lume, inclusiv sistemul de învățământ din Israel, au investit resurse semnificative în integrarea tehnologiilor informaționale. Sondajele vaste efectuate în Statele Unite și în țările dezvoltate, membre ale OCDE, indică o creștere a procentului profesorilor și elevilor care se bucură de acces la calculatoare, mai multe oportunități pentru profesori de dobândire a abilităților de lucru la calculator și un număr mai mare de profesori care raportează integrarea computerelor la lecție. Prin urmare, se atestă maturizarea condițiilor pentru integrarea cu succes a acestor tehnologii în sistemul de învățământ [82-84].

Legătura dintre creșterea economică și investițiile în educație nu a fost trecută cu vederea de către guvernele și ministerele educației din întreaga lume. În ciuda crizei economice din lume în ultimii ani, subiectul TIC în educație nu a lipsit din ordinea de zi, iar în multe alte țări această problemă este prioritară. Mai mult, s-a decis în unele țări OCDE, care sunt încă în recenta criză economică, să crească investițiile publice în educație în general și în special în educația computerizată. Astfel, de exemplu, în Marea Britanie și Statele Unite, volumul bugetelor pentru educație a crescut în 2010 [85].

În statul Maine din SUA, programul național TIC, care funcționează mai bine de 10 ani, se bazează pe laptopuri în școlile medii. Toate cele 225 de școli medii din Maine au fost echipate cu laptopuri în urmă cu zece ani, iar o dată la un an sau două se actualizează echipamentul computerizat. Pe baza acestui program, s-au făcut următoarele concluzii: 1. Laptop-urile sunt în primul rând instrumente pentru învățare și nu neapărat entități pedagogice, iar odată ce profesorii au învățat să utilizeze laptop-urile ca dispozitive tehnologice pentru colectarea și procesarea informațiilor, inclusiv folosind instrumente Excel, ei tind să le integreze în lecțiile lor. 2. Implementând metode de predare inovatoare de către profesori, s-a demonstrat că laptopul în sine nu a dus la metode de învățare mai flexibile, decât dacă profesorul era convins de această necesitate. Prin urmare, școlile din lume care înaintează proiecte pentru laptopuri în sălile de clasă, ar trebui să ofere mai întâi profesorilor cursuri pedagogice avansate și abia apoi cursuri de inițiere pentru aplicațiile de laptop. 3. E necesară continuarea îndrumării, chiar și după 10 ani, pentru a susține profesorii în școli. Aparent, profesorii au nevoie de îndrumare tehnologică și pedagogică continuă. Școlile care au impus profesorilor să urmeze o pregătire regulată de-a lungul anilor au avut mai mult succes decât acele școli care au încetat formarea profesorilor după 6 ani [86].

Multe țări din lume au înregistrat succese în programele lor educaționale bazate pe TIC, pe care le-au desfășurat între anii 1997 și 2008, precum: Norvegia, Hong Kong, Danemarca, Singapore, Franța, Finlanda și Japonia. Majoritatea programelor au fost concepute pentru a crea oportunități de învățare pentru profesori cu scopul: de a le îmbunătăți abilitățile de lucru la

calculator; de a le permite să utilizeze computerul în predarea materiei; de a promova utilizarea de către profesori a instrumentelor computerizate în școli; de a informatiza, precum și a moderniza metodele lor de predare și a le adapta la era informațională. În prima etapă, toate țările au atins nivelul de dotare cu echipamente digitale și calculatoare de peste 75% în aproape toate școlile, iar în a doua etapă au fost elaborate curriculum-uri noi de integrare TIC, axate pe formarea competențelor digitale la elevi într-un mediu cu acces la internet. În plus, toți profesorii au fost obligați să urmeze cursuri de formare continuă în domeniul utilizării aplicațiilor de calculator pentru a predă în clasă prin intermediul computerelor și comunicațiilor pe Internet. Aceste programe au avut succes, de exemplu: datele recente din Franța indică faptul că 76% dintre profesorii francezi utilizează pedagogic inovativ instrumentele TIC destinate lor. În plus, începând cu 2009, 90% dintre școlile din Singapore au un sistem computerizat online pentru managementul învățării (LMS), inclusiv un spațiu de învățare computerizat în clasă. Profesorii din Norvegia sunt considerați cei mai avansați profesori din Europa în utilizarea metodelor de predare bazate de TIC. Iar 86% dintre profesorii din Hong Kong folosesc activ calculatoarele pentru a facilita interactivitatea elevilor la clasă. Mai mult, danezii au reușit să-și transforme sistemul de evaluare într-un set de examene computerizate, inclusiv care evaluează competențele digitale ale elevilor. Realizarea dată este considerată unul dintre cei mai mari generatori de succes în programele axate pe TIC din lume. Această etapă de acțiune s-a reflectat și în crearea de materiale de învățare digitalizate care cuprind 60% din curriculum danez [87], [88].

Construirea viitorului unei țări este de neconceput fără o strategie digitală care să creeze oportunități de reînnoire și dezvoltare pe baza tehnologiilor TIC. UE a adoptat și pune în aplicare „Agenda digitală europeană”, iar țările care se situează pe primele locuri în clasamentul internațional au aprobat și strategii digitale care vizează asigurarea dezvoltării accelerate (SUA, Marea Britanie, Estonia și Qatar) [30], [89]. Republica Moldova a înregistrat progrese semnificative în aplicarea tehnologiilor informaționale în societate. Fiecare cetățean poate utiliza internetul, mai mult de jumătate din gospodării dețin cel puțin un computer cu acces la internet, iar această țară se află printre cele 20 de țări de top din lume după viteza de acces la internet, după utilizarea pașapoartelor biometrice, a semnăturii electronice și cardurilor de identitate.

Moldova a adoptat strategia națională de dezvoltare a societății informaționale „Moldova digitală 2020” („Strategia digitală”) care are ca scop crearea condițiilor prin intervenția minimă a statului, dar cu o influență maximă asupra dezvoltării sociale, concentrându-se pe trei dimensiuni importante: *infrastructură și acces* - îmbunătățirea conectivității și a accesului la rețea; *conținut digital și servicii electronice* - promovarea conținuturilor și serviciilor digitale productive; *capacități și utilizare* - consolidarea competențelor digitale și a alfabetizării pentru a permite

inovația și încurajarea utilizării. Aceste trei dimensiuni au un impact pozitiv major asupra următoarelor trei componente ale societății: 1. *comunități / populații* care se bucură de o viață mai confortabilă și mai bună; 2. *întreprinderile*, care vor crește nivelul competitivității; 3. *guvernarea*, care va îmbunătăți performanțele acestora și va oferi servicii cetățenilor oricând, oriunde pe orice echipament terminal. Statul a implementat de asemenea și programul strategic de modernizare tehnologică, planul de acțiune pentru o guvernare deschisă 2012-2013 care includea, printre altele, domeniul educației, integrarea TIC în învățământ pentru a îmbunătăți procesul educațional și management la nivel de sistem, școală și sala de clasă; iar prin e-Educație se va iniția pregătirea unui plan strategic [29]. Acest plan a evoluat în obiective detaliate ale direcției strategice 6 „Integrarea eficientă a TIC în educație” a Strategiei Educație 2020. Datorită acestei strategii, sistemul educațional din Republica Moldova își propune să devină unul de calitate prin intermediul programelor școlare adaptate nevoilor societății economice a informației; prin formarea cadrelor didactice pentru implementarea eficientă a TIC în educație; prin integrarea tehnologiei informației în procesul de predare; prin crearea de conținut educațional digital, inclusiv prin sprijin pentru învățarea pe tot parcursul vieții.

Conform raportului global IT 2012, Moldova se află pe locul 69 din 142 la nivel de educație prin matematică și științe. Totuși, doar 14% din populația cu vârsta cuprinsă între 35 și 44 de ani și 10% din populația cu vârsta cuprinsă între 45 și 54 de ani sunt utilizatori de internet ceea ce constituie un fapt îngrijorător. În plus, și nivelul de utilizare a TIC este scăzut - doar 2-3 puncte din 7 (locul 90 din 142) [90]. Deși în anii trecuți, guvernul a depus eforturi pentru implementarea TIC în învățământul general (800 de săli de calculatoare în 1997, programul „SALT”, resurse financiare pentru deschiderea a cel puțin o clasă de computere în fiecare școală cu acces la Internet și achiziționarea de Software didactic), acestea totuși nu sunt integrate completamente în procesul educațional [30].

În ciuda creșterii nivelului de dotare cu echipament al instituțiilor de învățământ general, există totuși lacune de management, finanțare și întreținere a laboratoarelor de calculatoare, iar majoritatea softurilor licențiate nu sunt accesibile, în timp ce programele gratuite sunt utilizate insuficient. Unele dintre obiectivele programului de implementare TIC sunt depășite și nu există un proces instituționalizat pentru actualizarea periodică a acestora. Absolvenții instituțiilor de învățământ nu au abilități practice suficiente pentru a lucra în societatea informațională. Există un deficit de personal calificat: jumătate din profesorii de informatică au studii în domeniul științelor exacte și doar 3 din 10 sunt licențiați în informatică. Deși majoritatea personalului didactic care predă informatica sau alte discipline reale, participă la cursuri de formare profesională continuă și au obținut grade didactice, totuși mulți profesori sunt reticenți în utilizarea TIC în cadrul predării.

Profesorii din școală ce predau principalele domenii de studiu (în afară de 140 de școli dotate cu soft-uri educaționale) în mare parte nu au acces la software educațional licențiat și nu sunt suficient instruiți să utilizeze astfel de programe. Deși există o creștere a aplicării TIC în școli și universități în învățarea diferitor discipline, majoritatea materiilor de studiu din școală nu au software educațional specializat [29].

Republica Moldova, la fel ca și întreaga Europă, se confruntă cu creșterea populației cu deficit de competențe TIC și nivel scăzut de alfabetizare digitală. Chiar dacă cetățenii au computere și sunt utilizatori de internet, o mare parte a populației Republicii Moldova nu deține cunoștințe sau competențe digitale. Acest fapt reduce oportunitățile de a participa la economia digitală globală. Creșterea nivelului de alfabetizare digitală a populației începe cu sistemul de învățământ, iar un sistem de învățământ de calitate include în principal: curriculum adaptat nevoilor economice bazate pe cunoștințe; instruirea personalului didactic pentru implementarea eficientă a TIC în educație; integrarea tehnologiei informaționale în procesul didactic; crearea de conținut educațional digital, inclusiv sprijin pentru educația pe tot parcursul vieții [31].

Iată de ce cercetările pedagogice ale oamenilor de știință din Moldova sunt concentrate pe studiul intens al acestor aspecte ale educației. De exemplu, Anatol Gremalschi tratează implementarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale în educație ca un mijloc de modernizare a învățământului preuniversitar [33]. Pentru profesorul universitar în didactica informaticii Valeriu Cabac, tehnologiile digitale contribuie la formarea competențelor profesionale [34] și au avut un impact asupra apariției și devenirii didacticii universitare [35]. Metodologia utilizării TIC în învățământul superior a fost cercetată de Andrei Braicov și Sergiu Corlat [36]. De asemenea, diverse contribuții la cercetarea impactului TIC asupra studiului disciplinelor școlare și universitare au fost aduse de așa cercetători ca: L. Chiriac, A. Globa [37], L. Mihălache [38], N. Deinego, C. Negara [39], M. Pavel [40], A. Gasnaș [41] etc.

1.2. Integrarea TIC în studiul biologiei prin abordarea constructivistă: implicații asupra dezvoltării proceselor cognitive de nivel superior și asupra creșterii motivației de învățare

Pedagogia inovativă a fost dezvoltată în ultimele decenii datorită unei combinații de teorii și studii în diverse domenii, precum: constructivism, învățare autoreglată, motivație, stiluri de învățare, explorare și formarea identității [91]. Numeroase programe de învățământ recomandă utilizarea tehnologiilor avansate, la fel ca și noul curriculum din domeniul Științe și Tehnologii din Israel. Acesta recomandă utilizarea calculatorului în predarea curentă și îmbinarea mijloacelor didactice pentru ilustrarea fenomenelor abstracte [92]. Curriculumul național TIC consideră elevii

drept lideri - „lideri online” și, ca atare, ei sunt parteneri deplin în desfășurarea proceselor pedagogice din școală.

1.2.1. Revizuirea studiilor de cercetare a efectului TIC asupra motivației de învățare a biologiei

Majoritatea cercetărilor de specialitate demonstrează că motivația are un efect major asupra învățării și rezultatelor școlare. Conținuturile instructive solicitante permit elevilor să progreseze independent și să-și influențeze, în mod pozitiv, motivația. Astăzi, tinerii sunt afectați de o gamă largă de medii digitale, computere, smartphone și alte dispozitive, care permit citirea și creația dinamică. Jocurile digitale și rețelele de socializare au o mare pondere în viața socială și academică a tinerilor [93]. *Studiile arată că îmbinarea simulărilor electronice cu instrumente online, în cadrul predării, crește motivația și rezultatele școlare ale elevilor în comparație cu predarea tradițională.* Astăzi, într-o epocă în care tehnologiile digitale ocupă un loc major în viața socială și când tehnologia este inseparabilă de viața elevilor, imperativul integrării la lecție a tehnologiilor educaționale în materialul de studiu, devine un avantaj în rândul instituțiilor de învățământ.

Un studiu al lui Y. Rosen [52] a examinat influența mediului de învățare bazat pe TIC, cu accent pe animația video, asupra proceselor cognitive de nivel superior și a motivației de a studia științele în rândul elevilor din școlile elementare și medii. S-a demonstrat că experimentarea în mediul de învățare care îmbină animația video de tip *Brainpop* a sporit semnificativ motivația de a studia disciplinele din aria curriculară Științe și Tehnologii. Pe de altă parte, elevii grupului de control examinați în acest studiu au cunoscut, în aceeași timp, o scădere a motivației de a studia științele și tehnologiile. Elementele motivaționale menționate de elevii și profesorii din clasele experimentale vis-a-vis de noul mediu, corespund conceptului de „Experiență optimă”: sentimentele de concentrare, satisfacție, motivația interioară și tendința de a repeta activitatea care a provocat senzația de tipul „Mă simt ca un alt copil care a înțeles și a construit videoclipul”. Profesorii au remarcat că nivelul de concentrare al tuturor elevilor, la lecțiile în care s-au folosit animații video, a fost peste nivelul de concentrare obținut la lecțiile „obișnuite” și „subiectele despre care nici măcar nu au crezut că îi vor interesa pe elevi au devenit brusc interesante datorită animațiilor” [52].

Rolul profesorului este de a dezvolta motivația elevilor de a studia științele, inclusiv biologia. Actul de motivare este definit ca o mișcare care inițiază procesul de învățare și îl menține. Atâta timp cât elevul nu este motivat, el nu poate învăța iar, datorită faptului că elevii diferă unul de altul în ceea ce privește capacitatea și stilul de învățare, precum și predilecțiile intelectuale personale, profesorul trebuie să adopte diverse metode de predare, care să încurajeze motivația interioară a elevului ce decurge din interesul și plăcerea reală față de subiectul studiat [94]. Predarea

ce utilizează ilustrația vizuală, cum ar fi modelele, animațiile, graficele, care fac abstractul tangibil și valorifică ideile sau conceptele, crește motivația și efortul interior al elevului.

Studiul lui Y. Rosen [52] arată că lecțiile de științe integrate cu TIC încep să producă o schimbare conceptuală în rândul elevilor în ceea ce privește studiul acestor discipline. Elevii se percep ca fiind mai importanți în mijlocul interacțiunilor din clasă, se simt interesați de învățare și pun mai mult accent pe îmbinarea TIC-ului și experimentelor în timpul lecțiilor. Schimbarea care a avut loc în rândul cursanților în urma experimentului din acest studiu, în noul mediu de învățare, nu se limitează doar la dimensiunea motivațională, ci se extinde la o schimbare conceptuală în ceea ce privește esența învățării. Rezultatele aduse de cercetările lui M. Barak [92] arată o îmbunătățire a motivației de a studia științele în ambele grupuri de studiu: experimentale și de control, dar îmbunătățirea în rândul elevilor grupului experimental a fost semnificativ mai mare statistic în comparație cu cea din rândul elevilor grupului de control. Prin urmare, integrarea TIC, prin animație video de tip *Brainpop* crește în mod distinct motivația elevilor de a studia științele.

În cercetarea lui K. Randall [95], despre implicarea elevilor în „învățarea bazată pe probleme”, au fost determinate 11 elemente de mediu care evocă motivația: autenticitate, provocare, implicare cognitivă, capacitate, alegere, fantezie, identitate, interactivitate, noutate, implicare senzorială și relații sociale. Studiul a examinat în principal schimbarea făcută în învățarea științelor și legătura dintre motivație și învățare prin implementarea învățării bazate pe probleme (problem-based learning) și anume *Alien Rescue*: scopul învățării în mediul bazat pe TIC *Alien Rescue* este de a provoca elevii să rezolve problemele complexe care necesită utilizarea instrumentelor, procedurilor, cunoștințelor despre spațiu, din științele despre planete și sistemul solar. Principala misiune a aplicației *Alien Rescue* constă în următoarele: șase tipuri de extraterestri, cu calități unice, au ajuns pe planeta Pământ după ce planeta lor a fost distrusă. Elevii își asumă ei înșiși rolul oamenilor de știință și trebuie să găsească o casă pentru extraterestri și astfel să le asigure supraviețuirea. Pentru a face acest lucru, ei trebuie să studieze o serie de soluții pentru această problemă, să colecteze informații și să se implice în activități care includ investigarea tuturor cerințelor extraterestrilor și analiza factorilor, cum ar fi intervalele de temperatură care mențin viața și compoziția atmosferică de bază pentru supraviețuire. Concluzia cercetării cu privire la utilizarea aplicației *Aliens Rescue* ca metodă de învățare bazată pe probleme este: a avut loc o creștere substanțială a cunoștințelor științifice în rândul elevilor; aceștia au dobândit o înțelegere suficientă a conceptelor științifice prin învățarea auto-dirijată, intensificarea discuțiilor în clasă sau cu colegii în timpul utilizării aplicației; elevii au perceput această misiune ca un proiect științific diferit și, în cele din urmă, s-au distrat cu adevărat; elevii au fost ghidați să rezolve problemele atunci când sunt provocați și au control asupra proceselor de învățare, ca

urmare, învățarea a avut loc pe baza rezolvării problemelor propuse; elevii s-au ocupat de planificarea și luarea deciziilor, precum și de determinarea modului de utilizare a resurselor disponibile în mod eficient.

Utilizarea instrumentelor furnizate de TIC poate determina o eficientizare a învățării datorită faptului că există un acces mai bun la informații. Acest acces permite cadrelor didactice și elevilor să folosească oportunitatea învățării împreună cu experți în domeniu, pentru a face schimb de informații și a desfășura mai eficient auto-investigarea. În plus, tehnologiile ce susțin predarea bazată pe conținutul învățării, ce se axează mai mult pe elev, se bazează mai ales pe punerea de întrebări și permite obținerea unei imagini mai bune a proceselor complexe, au un potențial mai mare de a face o schimbare pozitivă în studierea subiectelor științifice. Integrarea și asimilarea TIC vor afecta calitatea învățării, vor activa procesele de gândire ale elevilor și vor îmbunătăți rezultatele lor academice. O astfel de învățare va evoca încrederea elevilor în ei înșiși și le va crește motivația de a studia. Dimensiunea încrederii elevului în reușita misiunii poate crește datorită învățării cu ajutorul TIC, astfel consolidându-se estimarea propriei persoane, ceea ce îi va afecta motivația de a studia. Cheia succesului învățării axate pe TIC este strâns legată de capacitatea profesorului de a forma o motivație înaltă la elev.

În Republica Moldova, studiile privind implementarea TIC în procesul educațional la biologie sunt foarte puține, rezumându-se la abordarea experiențelor practice în acest domeniu ale unor cercetători precum: D. Coșcodan, L. Moșanu-Șupac [59], D. Placinta, E. Coropceanu [60, 61], L. Ivancov [62], I. Cristea [63] ș. a.

Cercetătorii ruși sunt de asemenea implicați în studierea aspectelor implementării tehnologiilor informaționale la orele de biologie. De exemplu, К.В. Хайбулина [54], experimentează metode de predare a biologiei prin TIC și investighează impactul acestora asupra rezultatelor școlare ale elevilor, dar se referă doar la unele subiecte separate, fără a elabora un model pedagogic în acest aspect. Т.И. Крылова abordează subiectul mijloacelor moderne oferite de tehnologiile informaționale și comunicaționale în realizarea temelor pentru acasă la biologie [55]. Alte studii se referă la activitatea profesorilor de școală care își împărtășesc experiența proprie de utilizare a TIC la biologie, dar fără să se refere la vreo cercetare științifică fundamentată pedagogic. Putem menționa aici pe: Ю. А. Косторных [56], А. Коробченко [57], Т.М. Демина [58] etc.

Christophe Merinat a realizat o retrospectivă a instrumentelor online și a software-ului educațional specializat în predarea biologiei, și a subliniat că utilizarea acestor resurse digitale este posibilă, doar că profesorul trebuie să fie conștient de diferitele constrângeri și limitări inerente [48].

În Israel, cercetătorii M. Dersler, R. Ehrenberg și L. Sela [49], D. Steiner și M. Mendelovitch [50] au studiat subiectul integrării TIC în predarea științelor și au abordat în principal educația și dezvoltarea gândirii în învățarea științelor și tehnologiilor și integrarea simulărilor pe calculator în predarea acestor discipline. De asemenea, cercetătorii R. Deane, K. Ruthven și S. Hennessy [51], Y. Rosen [52] și K. Barak, M. Shani și G. Kurtz [53] au studiat opiniile și percepțiile elevilor vis-a-vis de inovațiile tehnologice în școală și contribuția TIC la procesul de predare-învățare și la motivație în general, dar nu au examinat integrarea TIC în predarea biologiei în ceea ce privește influența acesteia asupra rezultatelor elevilor, fapt care aduce un plus de valoare acestei cercetări.

1.2.2. Abordarea constructivistă și influența acesteia asupra proceselor cognitive de nivel superior în utilizarea TIC

Nucleul pedagogiei inovative se bazează pe abordarea constructivistă, potrivit căreia, experiența celui ce învață determină realitatea, aceasta fiind relativă, iar cunoștințele sunt construite sau elaborate de elev, prin urmare, accentul se pune pe mediul integrat cu TIC în dezvoltarea competențelor specifice secolului XXI. Scopul acestui concept didactic este de a îmbunătăți competențele profesorilor și de a furniza soluții conform necesităților esențiale pentru o învățare eficientă, astfel încât viitorul adult să poată funcționa eficient și independent într-o realitate competitivă, globală, dinamică și înalt tehnologizată [75]. Pentru a se încadra în spațiul public și în realitatea în schimbare, sunt necesare cunoștințe și abilități noi, prin urmare, cerințele neîntârziate față de elevi sunt de natură cognitivă, meta-cognitivă și motivațională și depind de capacitatea acestora de a-și organiza și gestiona procesul de studiu [96]. Programul bazat pe implementarea TIC fundamentează infrastructura tehnologică și pedagogică pentru furnizarea competențelor specifice secolului XXI, conform tiparului absolventului sistemului de învățământ ce trebuie să fie pregătit să facă față provocărilor epocii informaționale, ce știe să-și valorifice competențele dezvoltate, atât pentru necesitățile personale, cât și pentru a servi societatea și țara în confruntarea cu exigențele viitoare, locale, globale, economice, culturale și de securitate.

Teoria constructivistă este un cadru conceptual care contribuie la abordarea căutării după o înțelegere profundă. Mulți specialiști din domeniul educației au adoptat astăzi această viziune în raport cu activitatea educațională. Conform acestei teorii, elevul este perceput ca un agent activ care creează sensuri și furnizează provocări în ceea ce privește situațiile educaționale. Punctul de vedere constructivist anulează concepția conform căreia elevul absoarbe pasiv informațiile din carte sau de la profesor. Chiar și atunci când sarcina pe care elevul trebuie să o realizeze obligă la memorare, elevul îndeplinește un rol extrem de activ. Se luptă să înțeleagă, să formeze percepții

experimentale și apoi le examinează și le modifică. Un profesor nu poate să-i livreze elevului o înțelegere conceptuală. Acest tip de înțelegere trebuie construit în timp ce se depune un efort [97].

Curriculumul la științe subliniază faptul că profesorii din acest domeniu trebuie să utilizeze strategii care dezvoltă o înțelegere științifică temeinică, combinând în același timp abilități de cercetare, rezolvare de probleme și furnizare de răspunsuri la întrebări complexe. Conform standardelor, rolurile profesorilor de științe sunt de a ghida elevul, de a încuraja construirea noilor cunoștințe pe baza celor anterioare, precum și de a ajuta elevii să-și asume responsabilitatea pentru propria învățare. Profesorii de științe trebuie să încurajeze învățarea bazată pe discuții între elevi și colaborare și crearea de comunități de învățare [98]. Numeroase studii arată că revoluția tehnologică a condus la schimbări majore de ordin pedagogic și organizațional în școli, prin urmare, programul național israelian bazat pe TIC a fost menit să conducă la realizarea acestor schimbări și la transformarea școlii într-o instituție de învățare în care sunt integrate optim tehnologiile informaționale. Abilitățile tehnologice de culegere, gestionare, creare și schimb de informații permit realizarea mai multor oportunități de învățare inovativă constructivistă în care elevii sunt implicați în procesul de învățare și sunt parteneri activi ai acesteia. În procesul de învățare, elevul se află în centru, iar interacțiunile cu mediul sunt inevitabile. În cazul predării, accentul se pune pe cultivarea abilităților de gândire, de căutare, de gestionare și prelucrare a informațiilor, ceea ce facilitează înțelegerea meta-cognitivă a elevului [91]. În studiul lui Y. Nissim, M. Barak și D. Ben-Zvi [98], a fost examinată corelația între percepția rolului propriu al profesorilor de științe și strategiile de predare în care aceștia utilizează TIC. Rezultatele s-au concentrat pe patru aspecte care definesc rolul profesorului ce implementează TIC: ghid, motivator, partener și inovator. În plus, au fost experimentate patru strategii de predare, care încurajează învățarea în abordarea constructivistă: ilustrația, soluționarea problemelor, învățarea prin cercetare și învățarea reflectivă. Rezultatele cercetării indică faptul că, la lecțiile în care s-au implementat tehnologiile informaționale, profesorii au acționat în cea mai mare parte ca îndrumători și motivatori ai proceselor de învățare, și au folosit în același timp așa metode de predare ca: ilustrația, rezolvarea de probleme și cercetarea. Prin urmare există o corelație înaltă între rolurile de ghid și motivator și strategiile de predare menționate mai sus.

Predarea biologiei și științelor prin abordarea constructivistă trebuie să includă implicit referințe conștiente la construirea de cunoștințe de către elev, la caracterul activ al acestuia, care trebuie să se manifeste în următoarele trei domenii: 1) cunoașterea conținutului științific; 2) cunoașterea proceselor biologice și formarea abilităților de utilizare a acestor concepte în învățare și cercetare; și 3) formarea conceptelor privind capacitățile și constrângerile științei din punct de vedere al formării cunoștințelor științifice [99]. Curriculum-urile axate pe performanțele și

competențele elevilor, pot beneficia foarte mult în urma integrării corecte a TIC-ului, spre deosebire de cele axate pe rezultatele școlare. Tehnologiile informaționale permit un acces divers și larg la sursele de informații, facilitează activitatea de cercetare a elevilor, permit învățarea bazată pe probleme, învățarea autentică și relevantă și contribuie la transformarea profesorului într-un mentor și formator și mai puțin un expert în domeniul cunoașterii. Abilitățile informaționale și noua alfabetizare sunt construite ca având o mare importanță, în rândul elevilor, prin învățarea axată pe TIC. Această abordare a cunoașterii se bazează pe teoriile constructiviste care consideră centrală dezvoltarea socială și cognitivă a elevului, iar mediul de învățare reprezintă un sprijin ce permite învățarea experiențială activă [100].

Conform abordării constructiviste, metoda de învățare prin intermediul TIC, îl poziționează pe cel ce învață în centru (învățarea centrată pe elev), îl motivează să fie un elev curios, care poate găsi surse de informații fiabile și relevante în rețea și în bazele de date selectate. Calculatorul servește elevului ca instrument cognitiv pentru structurarea cunoștințelor acestuia [101].

Potrivit lui R. Oliver [102], puterea TIC-ului, ca generator de schimbare și inovație pedagogică în secolul XXI, afectează patru întrebări elementare în pedagogia educațională: (a) ce învățăm? (b) cum învățăm? (c) unde și când are loc învățarea? (d) cine este cel care învață și cine este profesorul?

Un mediu bazat pe TIC poate fi folosit ca un „obiect cu care noi gândim” și încurajează, în mod constructiv, profesorii să facă utilizarea conținutului TIC proactivă și autentică. Acesta poate, de asemenea, promova concepte constructiviste și pedagogia inovativă, în care cunoștințele și conținuturile învățate sunt relevante în lumea elevilor și realitatea în schimbare. Procesul de predare și învățare, într-un astfel de mediu, poate promova gândirea de ordin înalt și adaptarea abilităților relevante la o funcționare optimă în secolul XXI. Pedagogia inovativă tinde să dezvolte competențe în trei domenii de bază: *gândirea de ordin înalt*: creativitatea, ingeniozitatea, gândirea critică și rezolvarea problemelor complexe; *abilități de învățare colaborativă*, autoînvățarea și menținerea eticii; *competențe de procesare a informațiilor digitale* [103].

Sub umbrela generală a „constructivismului”, există diverse opinii cu privire la învățare, a căror cuvânt cheie comun în definiția elevului este „constructiv”. În demonstrarea modului în care opiniile constructiviste pot fi implementate în predarea biologiei, sunt abordate două principii generale comune acestor opinii: 1) *învățarea* este un proces al unei construcții active a cunoașterii; 2) *predarea* este mai mult un proces de susținere a unei construcții de cunoștințe decât un proces de livrare a acestora către elevi. Se pare că, conform concepțiilor constructiviste, problema nu constă în „predarea” biologiei, ci mai degrabă confruntarea elevului, ghidată de profesor, cu învățarea biologiei [99]. Un mediu de învățare integrat cu TIC poate oferi o oportunitate structurată

de învățare integrativă, în care elevii sunt activi, primesc feedback (de la profesor și / sau instrumentele TIC), îmbunătățind în același timp înțelegerea și construirea noilor cunoștințe. Utilizarea potențialului instrumentelor digitale pentru îmbunătățirea proceselor de predare-învățare poate duce la o interacțiune în care elevul este în centrul învățării, sarcină îndeplinită de profesor [104]. Realizarea principiilor constructiviste în educație, conform căreia elevul se află în centrul procesului de predare și construiește activ cunoștințe, este posibilă, în mare măsură, prin intermediul TIC și a facilităților pe care le oferă. Tehnologiile computerizate reprezintă un impact pentru proiectarea și structura cognitivă a elevului - are loc o interacțiune reală între el și materialul studiat, material a cărui volum și calitate diferă de cel învățat prin intermediul oricărei alte tehnologii și a suportului acestuia în înțelegerea învățării în sens larg [105].

1.3. Aspecte ale implementării TIC în școli - modele și metode de predare

În ultimul deceniu asistăm la o asimilare extinsă a tehnologiilor educaționale ca parte integrantă a proceselor de predare, învățare și ghidare, această asimilare fiind pronunțată prin dezvoltarea de strategii unice pentru transformarea tehnologiilor multimedia și de comunicare în scopuri educaționale, precum și prin proiecte pentru asimilarea tehnologiilor inovatoare, cum ar fi: „Table interactive”, „Săli de clasă inteligente”, „Computer pentru fiecare profesor” sau „Computer pentru fiecare copil”. Asimilarea noilor tehnologii în școli a devenit un mijloc de realizare a altor finalități, cum ar fi îmbunătățirea nivelului de predare, dezvoltarea interesului la lecții, oferirea de abilități de alfabetizare și multe altele [75].

1.3.1. Modele și metode de predare în integrarea TIC la clasă

În literatura de specialitate actuală sunt prezentate două modele principale privind asimilarea noilor tehnologii în sistemul de învățământ:

- Modelul Insulelor Inovării: inovația cuprinde doar o mică parte a instituției și este, de obicei, concentrată pe un conținut sau o sarcină specifică. Acest model duce de obicei la schimbări de suprafață în instituție, adică schimbări cantitative, mai degrabă decât esențiale, presupunând principiul „cât mai mult de același tip”. Acestea sunt schimbări care includ în cea mai mare parte diferențe în caracteristicile și comportamentul organizațional, fără nicio schimbare semnificativă în cultura organizațională - sens în normele și conceptele sale.

- Modelul de inovare comprehensiv: inovația cuprinde toate nivelurile instituției, creând o cultură organizațională și conduce către o schimbare instituțională de nivel profund, afectând valorile și conceptele instituției la cel mai înalt nivel. Această inovație se poate transforma chiar într-o schimbare organizațională vastă paradigmatică [24].

Integrarea predării și învățării digitalizate în școli implică o schimbare a paradigmei de predare-învățare în mai multe etape, ce exprimă profunzimea schimbării:

- **Etapa întâi** reprezintă așa zisa „domesticire” a tehnologiilor și asimilarea lor în obiceiurile existente de predare-învățare. În această etapă, schimbarea este de nivelul întâi și se exprimă printr-o ilustrare diversă dincolo de „cretă și tablă”, postere pictate și scrise, imagini și ecranizări video despre subiectele lecției. Mai târziu, odată cu integrarea tehnologiei în rutina zilnică a profesorilor, se va atesta, de asemenea, utilizarea prezentărilor pentru afișarea informațiilor pe diverse suporturi, folosirea internetului ca sursă de informații suplimentare la cele disponibile în manuale și alte surse tipărite.
- **Etapa a doua** în care se produce o schimbare de nivelul doi este exprimată prin adaptarea pedagogiei la era digitală. Învățarea digitală în această etapă se referă la implementarea activă a Comunității de Structurare a Cunoștințelor - „cel de-al treilea model” care implică utilizarea inteligentă a comunicării digitale între cursanți, dar și între aceștia și profesor, în construirea colaborativă a cunoștințelor prin instrumente online de partajare și prin utilizarea de rutină a informațiilor digitale, accesibile oricărui elev în orice moment și loc. Se așteaptă ca aplicarea predării-învățării digitale îi va determina pe profesori să adopte metode centrate pe elev, să experimenteze procese de cercetare autentice, să construiască cunoștințe în mod independent și să încurajeze activitățile de cooperare între elevi [27].

K. Burden [106] propune următorii pași pe care un profesor îi face pentru a asimila utilizarea tehnologiei în cadrul predării:

1. *Infuziunea*: tehnologia este folosită pentru a consolida predarea în formatul existent, în principal ca ajutor. Elevii sunt în mare parte pasivi.
2. *Integrarea*: tehnologia este integrată în școală și curriculum și contribuie la realizarea obiectivelor didactice ale conținuturilor disciplinelor. Elevii în acest caz sunt mai activi.
3. *Transformarea*: tehnologia se integrează acolo unde oferă o valoare adăugată procesului de învățare. Profesorii folosesc și creează o varietate de resurse de învățare online care, printre altele, sporește învățarea bazată pe cercetare. Elevii sunt activi.

Mediul online reprezintă un răspuns pentru diferite categorii de elevi, cu diferite niveluri de alfabetizare în general și digitală, în special, cu diferite stiluri de învățare, cu necesități unice și diverse interese. Resursele instrumentelor TIC sunt accesibile și disponibile în orice moment, ceea ce le permite elevilor să acționeze independent în mediul înconjurător [91]. În școli, profesorii au multe posibilități de integrare a calculatoarelor și tehnologiilor online în conformitate cu cinci modele de integrare a TIC în clasă [107, 108]: 1) un computer în clasă; 2) un computer în clasă, conectat la videoproiector sau tabla interactivă; 3) 2-5 calculatoare în clasă; 4) laborator de calculatoare; 5) clasa fără calculatoare. Aceste modele se referă la aspectele tehnologice, dar nu reprezintă modele pedagogice de implementare a TIC la orele de biologie.

1.3.2. Instrumente și servicii tehnologice utilizate de profesor pentru implementarea predării-învățării digitale

În procesul de predare-învățare trebuie să fie luate în considerare următoarele trei dimensiuni: dimensiunea pedagogică, organizațional-administrativă și tehnologică [109]. Un studiu realizat de N. Magen-Nagar, T. Shamir-Inbal [27], arată că instrumentele și serviciile tehnologice utilizate de profesori pentru a implementa predarea-învățarea digitală sunt diverse și multiple (tabelul 1.1).

Tabelul 1.1. Instrumentele și serviciile tehnologice utilizate de profesor pentru implementarea activităților de învățare digitală

Categoria	Modul de utilizare
Instrumente de vizualizare	Vizionarea albumelor foto, videoclipuri pe YouTube și alte surse, Google Earth și editarea informațiilor despre acestea, simulări, organizatoare de concepte (cum ar fi Popplet), demonstrație prin ilustrații vizuale
Conținut digital	Vizualizarea, utilizarea și afișarea la lecție a materialelor de învățare scrise online, cum ar fi serviciile de gestionare a conținutului, prin diverse mijloace, inclusiv cărțile digitale
Instrumente de producere a conținutului	Procesoare textuale, de elaborare a prezentărilor, foi de calcul electronic, producție și editare video etc. (instrumente „office”)
Instrumente de distribuire	Distribuirea în învățarea elevilor prin blog, forum, documente partajabile în Google Docs, rețele de socializare, studiu de cercetare etc.
Instrumente de management pedagogic	Managementul educației (prezență, note, comportament) într-un anumit instrument de management pedagogic online
Instrumente de comunicare	E-mail, forum, chat, mesagerie textuală, Skype, video conferințe, e-mail
Instrumente de recuperare a informațiilor	Recuperarea datelor online, utilizarea anumitor baze de date cu privire la subiectele învățate și a bazelor de date generale precum enciclopedii, Wikipedia, dicționare wiki, vocabulare, căutare Google etc.
Instrumente de organizare a informației în cloud	SkyDrive, Google Drive, Dropbox, Microsoft Office
Instrumente de joc	Diferite jocuri și benzi desenate, cum ar fi Toon Doo

În studiul menționat, s-a constatat prevalența moderată a utilizării instrumentelor de producție și partajare, după utilizarea mai frecventă a instrumentelor de vizualizare și a conținutului digital, considerate de profesori ca fiind cele mai semnificative în contextul integrării tehnologice. Profesorii folosesc instrumentele de colaborare ca un mijloc de încurajare a creării informațiilor prin cooperare și prezentarea acestora grupurilor de învățare sau elevilor individual. Uneori, profesorul și elevul colaborează, dar în cele mai multe cazuri, munca este distribuită tuturor elevilor din clasă. Această activitate permite, de asemenea, partajarea eficientă și convenabilă printre elevii din alte școli. Un alt aspect ce poate fi evidențiat din studiul menționat mai sus, este că instrumentele de producere a conținutului și instrumente de distribuire permit o

muncă deschisă și creativă, mai degrabă decât folosind doar instrumentele de vizualizare și conținut digital. Aceste instrumente deschise de partajare le permit profesorilor să-și creeze propriile activități de predare în funcție de necesitățile lor pedagogice și să-și îmbogățească și diversifice munca, iar elevul are posibilitatea de a fi un elev activ, de a crea informații și de a le împărtăși colegilor și profesorilor săi [110]. În plus, rezultatele cercetării menționate arată că, în urma inițierii programului TIC în școală, s-a produs o schimbare semnificativă în percepțiile profesorilor de înțelegere a plus valorii integrării tehnologiilor în predare. Majoritatea profesorilor spun că TIC îi ajută să ilustreze conținuturi și stimulează motivația de învățare la elevi. Unii se referă la abilitățile profesionale pe care le exersează ca profesori în urma achiziției competențelor ce le permit să descopere predarea și învățarea dincolo de ceea cu ce erau familiari până acum. Dar, resursele și instrumentele TIC identificate de cercetători ca fiind utile la lecțiile de biologie și științe nu au fost integrate într-un model pedagogic și nu au fost identificate conexiunile lor cu celelalte componente ale procesului instructiv-educativ bazat pe tehnologiile informaționale.

1.3.3. Evaluarea activităților bazate pe TIC

Instrumentele TIC oferă o valoare adăugată abordărilor didactice socio-constructiviste. Acestea permit profesorului să proiecteze activități ce susțin învățarea activă și cooperantă, iar elevului îi permite experimentarea construirii unor cunoștințe bogate și achiziționarea competențelor cognitive de nivel superior. T. Shamir-Inbal și K. Yael [26] au dezvoltat niște indicatori care evaluează calitatea educațională a activităților bazate pe TIC. Indicatorii (tabelul 1.2) includ șase dimensiuni, fiecare din ele făcând referință la trei niveluri de performanță: scăzut, mediu și înalt. Trebuie menționat că indicatorii, pe lângă funcția de instrumente de evaluare și caracterizare a activităților bazate pe TIC, servesc și ca un instrument de îndrumare a cadrelor didactice în elaborarea activităților proprii ce includ tehnologii informaționale și comunicaționale.

Tabelul 1.2. Indicatori de evaluare și caracterizare a activităților axate pe TIC

din punct de vedere socio-constructivist

Dimensiunea	Nivel scăzut (1)	Nivel mediu (2)	Nivel înalt (3)
Utilizarea valorii adăugate a tehnologiei	Utilizarea tehnologiei se face la nivel tehnic și nu afectează esența învățării. Elevii descarcă fișe de lucru tradiționale, le completează și le returnează pe forum sau direct către profesor.	Componenta tehnologică poate crea interes și inovație, dar fără nicio schimbare fundamentală în esența învățării.	Tehnologia este esențială pentru activitate. Elevii sunt îndrumați spre o varietate de site-uri web bogate și actuale. Ei interacționează cu conținutul folosind instrumentele Web2 ca participant activ la dialogul online.

Nivelul de gândire solicitat	Memorizarea cunoștințelor. Concentrarea pe întrebări și răspunsuri standard. Orientarea către sarcini simple de culegere a informațiilor. (Nivelul 1 - Bloom, 1956)	Activitatea presupune ca elevul să ofere exemple, descrieri, rezumate sau explicații generale ale informațiilor culese de pe internet. (Nivelul 2 - Bloom, 1956)	Activitatea încurajează gândirea de ordin înalt: (a pune întrebări, a lua atitudine, a trage concluzii) și încurajează creativitatea, responsabilitatea și integrarea cunoștințelor. (Niveluri 3-6 - Bloom, 1956)
Învățare în echipă	Nu există nicio referire la învățarea prin colaborare. Uneori, elevii sunt împiedicați să coopereze unul cu altul. Proiectele sunt încărcate ocazional pe forum, dar numai pentru examinare de către profesor.	Reperete impun în mod explicit elevilor să lucreze în perechi sau grupuri, dar nu există suport tehnologic pentru interacțiunea dintre elevii colegi sau între grupuri.	Componentele online sunt utilizate pentru a sprijini învățarea prin colaborare ca parte esențială a activității. Elevii servesc ca surse de informații pentru colegii lor de echipă.
Conținut accesibil	Nu există nicio încercare de a relaționa și de a face conținutul accesibil. Se pune accent pe conținutul pe care elevul trebuie să-l cunoască sau să-l memorizeze.	Se încearcă relaționarea activității cu lumea elevului, dar conexiunea este artificială sau nu are sens.	Activitatea este conectată la lumea culturală a elevului și la cunoștințele și experiența anterioară, prin alegerea conținutului, natura problemelor, contextul social.
Repere pentru produse bogate ale învățării	Reperete ghidează spre un produs al învățării uniform, închis, definit de profesor. Nu este necesară creativitatea pentru a obține un produs. Astfel de activități includ: întrebări și răspunsuri standard, sortarea datelor dintr-un tabel etc.	Reperete permit un produs cu un anumit grad de deschidere și expresie personală, dar sunt prea generale pentru a susține o sarcină complexă. De exemplu, „Scrieți o poveste despre...”, „Ce aș face dacă...”, „Opinia mea despre...”	Sarcini structurate și susținute, care ajută elevii să construiască un produs și să le permită profesorului să funcționeze ca facilitator. Produsul este divers, creativ și promovează capacitățile personale și auto-exprimarea.
Evaluare inclusă	Nu există nicio referire la modul în care este evaluat elevul. Evaluarea este sumativă. Produsele sunt trimise profesorului pentru a fi verificate și notate.	Se face referire la criterii neclare de evaluare a produselor. Acestea sunt prezentate uneori pe site-ul web sau în clasă, dar fără solicitări de învățare ulterioară pe baza lor.	Evaluarea este realizată de profesor sau de colegii elevilor în conformitate cu criterii clare și cunoscute. Evaluarea formativă este inclusă în procesul de învățare și o îmbunătățește.

Utilizarea tehnologiei în timpul integrării raționamentelor pedagogice socio-constructiviste permite expunerea elevilor la informații bogate și diverse, permițându-le să practice conținuturi complexe și relevante, să experimenteze în construirea unor cunoștințe bogate și să poarte un dialog educațional cu profesorii și colegii. Cu toate că utilizarea calculatoarelor în școli este în creștere, totuși integrarea tehnologiilor în sensul implementării principiilor educaționale descrise mai sus, nu are loc, cea mai mare parte a utilizării tehnologiei în școli este tehnică, fără o bază rațională pedagogică coezivă, este bazată pe navigarea în rețea, culegerea de informații și

procesarea acesteia la un nivel simplu. O asimilare semnificativă poate fi creată atunci când cultura școlii încurajează utilizarea TIC, este deschisă pentru introducerea pedagogiei inovatoare și pentru lucrul în echipă și când există un suport adecvat pentru cadrele didactice și managementul școlii. Cultura TIC se exprimă printr-o utilizare zilnică a TIC în raport cu subiectele școlare, în măsura în care profesorul efectuează o comunicare online de tipul profesor-elev și în măsura în care o asemenea comunicare are loc și în rândul elevilor, o comunicare care să permită colaborări și sprijin reciproc [111].

1.4. Pedagogia inovativă bazată pe TIC și influența acesteia asupra capacității de învățare semnificativă în domeniul științelor

Abilități relevante pentru o funcționare optimă în secolul XXI, elevii ar putea dobândi prin pedagogia inovatoare, în care instruirea este adaptată limbajului elevilor, rupând barierele dintre școală și lumea exterioară, printr-o utilizare optimă, dar inteligentă a tehnologiei, pentru a îmbunătăți procesele de predare la nivel pedagogic și managerial [77]. Potrivit lui A. Tal, R. Mints și M. Dressler [112], provocările înaintate de pedagogia inovatoare impun necesitatea de a instrui profesorii să știe cum să integreze inovația pedagogică în mediul bazat pe TIC, necesitând o calificare pentru un nou tip de predare ce presupune: elaborarea sarcinilor și misiunilor de cercetare adecvate erei informaționale, formarea competențelor digitale de rând cu cele de cercetare, utilizarea integrală a mijloacelor vizuale, predarea datelor în timp real, cercetarea cu software ilustrativ și instrumente computerizate, gestionarea grupurilor de discuții, comunicarea electronică între profesori și elevi, evaluarea produselor bazate pe TIC ale elevilor. Mediul de învățare, asociat teoriilor inovatoare ale învățării este caracterizat de: *dimensiunea personală, contextul social, depășirea limitelor de timp și spațiu, potențialul de a conduce elevii la performanțe de înțelegere* [113]. Avantajele tehnologiei ca instrument educațional sunt evidențiate de asimilarea acesteia în școli pentru diferite scopuri educaționale ce oferă suport predării și învățării. Implementarea tehnologiilor înaintază și examinează diferite subiecte legate de aceasta. Unul dintre subiectele importante ale acestei asimilări este influența acestuia asupra metodei de predare a profesorului [114]. Utilizarea TIC poate face pedagogia inovatoare mai relevantă pentru elevi, bazată în mod inteligent pe activitățile predominante din viața lor zilnică (rețele de socializare, bloguri, jocuri video etc.).

Una dintre principalele activități ale procesului educațional, spre care este orientată pedagogia inovatoare, în sensul dezvoltării și implementării de noi strategii și metode de predare, este învățarea. Există o serie de abordări ale învățării inovatoare, dar majoritatea acordă elevului un rol principal, având sarcina de restructurare și organizare a cunoștințelor, astfel încât să fie conectat la cele acumulate anterior. Această abordare se referă la conceptul de învățare

semnificativă (significant learning sau meaningful learning), care este promovat în cadrul sistemelor educaționale și a dobândit în ultimii ani un interes din ce în ce mai mare [115]. Ministerul Educației din Israel a lansat în anul școlar 2014 programul național „Israel moves up a grade”, program național destinat învățării semnificative, care încurajează învățarea experiențială activă, munca în echipă, gândirea și cercetarea, echipându-l astfel încât să facă față provocărilor secolului XXI [116]. Literatura de specialitate indică o varietate de definiții și modele de învățare semnificativă, dar toate se bazează pe aceleași premise în ceea ce privește învățarea semnificativă: conform lui D.P. Ausubel [117], învățarea semnificativă este atât un proces cât și un rezultat. Pentru ca învățarea semnificativă să aibă loc, elevul va fi capabil să dea sens inherent materialului studiat, ce va avea o putere semnificativă pentru cel care învață. Învățarea semnificativă este o învățare în care elevul își pune întrebări, localizează surse de informații, prelucrează informațiile și creează altele noi, relevante pentru viața personală și pentru existența în epoca tehnologică a secolului XXI, reorganizează ceea ce a învățat și va învăța [118, 119]. Aceasta se bazează pe trei elemente coexistente: *valoros pentru elev și pentru societate*, implicarea elevului și a profesorului, *relevantă pentru elev* [4]. Aceste elemente sunt descrise, din punct de vedere al studiului biologiei și științelor, de S. Cohen [120]. A. Avni și A. Rotem subliniază faptul că învățarea devine semnificativă atunci când are importanță, valoare și sens pentru elev, în armonie cu lumea conceptelor, cogniției și emoției sale, iar manifestarea actuală a acesteia proiectează realitatea vieții elevului, personalitatea, competențele, dezvoltarea și viitorul lui [121]. Conform lui A. Perneps [122], în învățarea semnificativă, elevul este determinat de curiozitate, de ceea ce solicită, găsește surse de informații prin intermediul instrumentelor tehnologice și conversează cu colegii, prelucrând informațiile creează altele noi și le împarte cu comunitatea elevilor. M. Vidislavsky menționează diferitele spații în care se desfășoară învățare semnificativă: în școală și în afara ei, în clasă, în curtea școlii, în comunitate, pe diferite site-uri și în spațiul digital [123]. Există nouă principii pedagogice, identificate de S. Azoulay în învățarea semnificativă [124]: *reprezentare, scop, receptivitate, performanță, feedback, caracter public, provocare, obstacol și rutină*. După L. Cohen, specialiștii din educație ar trebui să ia în considerare consumul inteligent de medii interactive web pentru a promova învățarea semnificativă [25], fapt posibil, schimbând rolul profesorului și accentuând învățarea activă [125], ceea ce într-un mediu tehnologic inovator duce la experiențe fericite de învățare [53]. Învățarea semnificativă este caracterizată de J.L. Howland, D. Jonassen, R.M. Marra [126], ca: *învățare activă, constructivă, intenționată, autentică și cooperantă* [127]. Prin urmare, aceste aspecte ar trebui examinate pentru a determina în ce mod învățarea poate deveni mai semnificativă cu ajutorul TIC.

În concluzie, TIC a deschis noi oportunități pentru a crește eficacitatea proceselor de predare-învățare [128]. Pentru a promova învățarea semnificativă ca o experiență de învățare profundă și bogată, relevantă și valoroasă pentru elevi, ce însumează implicarea și participarea acestora, există metode alternative profunde de predare-învățare-evaluare, cum ar fi: învățarea prin cercetare, învățarea bazată pe proiecte, colecții etc.

1.5. Concluzii la Capitolul 1

1. Tehnologiile informaționale și comunicaționale au revoluționat toate domeniile de activitate umană, inevitabil și educația. Cercetătorii din domeniul educației au valorificat intens subiectul integrării TIC în procesul de predare-învățare-evaluare a diferitor discipline școlare, inclusiv biologia. Implementarea TIC în procesul de învățământ este susținută și de politici educaționale mondiale, ale statului Israel și ale Republicii Moldova. Analiza avantajelor oferite de tehnologiile informaționale și comunicaționale și argumentarea implementării lor în învățământul gimnazial la biologie a permis evidențierea faptului că are loc facilitarea realizării pedagogiei inovative, creșterea motivației de învățare, dezvoltarea gândirii critice, ceea ce duce la o învățare semnificativă (conștientă) și la formarea și dezvoltarea competențelor specifice secolului XXI.

2. Cercetarea literaturii de specialitate nu a permis identificarea unor modele pedagogice de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei, ci doar a unor modele tehnice de utilizare a calculatoarelor în sala de clasă. Cercetătorii au prezentat și clasificat diferite instrumente TIC ce pot fi utilizate la lecțiile de biologie, dar nu s-a arătat locul și interdependența acestora cu celelalte componente ale procesului educațional. Prin urmare *elaborarea modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei* este un obiectiv prioritar al acestei cercetări.

3. S-a determinat că metodologia de utilizare a TIC la lecțiile de biologie, propusă de cercetătorii în domeniu, este una modernă, bazată pe interactivitate, dar nu are drept scop implementarea vreunui model pedagogic și nici nu este adaptată învățământului gimnazial din Israel.

4. S-a identificat că rezultatele științifice și recomandările didacticienilor din domeniul biologiei sunt bazate pe implementarea izolată a TIC în procesul de studiere a unor teme sau module, sau sunt fundamentate doar teoretic și nu sunt confirmate prin experiment pedagogic amplu desfășurat în gimnaziul din Israel sau teste statistice.

Constatările de mai sus au permis înaintarea **problemei cercetării**: *care sunt fundamentele teoretice și metodologice de implementare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale pentru a eficientiza procesul de predare-învățare a biologiei în gimnaziu astfel încât să aibă loc creșterea rezultatelor școlare ale elevilor?*

2. REPERE TEORETICO-METODOLOGICE DE IMPLEMENTARE A TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE ȘI COMUNICAȚIONALE ÎN PROCESUL DE PREDARE-ÎNVĂȚARE A BIOLOGIEI

2.1. Premise conceptuale ale modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei

2.1.1. Curriculum-ul gimnazial din aria Știință și Tehnologie din Israel

Noul curriculum din aria Știință și Tehnologie din școala medie din Israel constituie o actualizare a curriculumului „Studiul Științelor și Tehnologiilor”, scris în 1996, pe baza abordării *Știință, Tehnologie, Societate* (STS). Conform noului curriculum, se face referință explicit la disciplinele importante ce stau la baza unei profesii. Subiectele au fost selectate din patru domenii de conținut (Științe fizice: Fizică, Chimie; Științe ale vieții: Biologie; și Științe tehnologice), asigurându-se ca subiectele din toate cele patru discipline să fie reprezentate în fiecare clasă [46].

Structura studiilor științelor în Israel a trecut prin numeroase modificări de-a lungul anilor, în special în ultimele trei decenii. Începând cu metoda axată pe „Structura cunoștințelor”, trecând prin abordarea „Știință, Tehnologie, Societate” [46], [129], [130], conform căreia existau două programe de învățământ în gimnaziu, unul la biologie și altul la fizică-chimie, s-a finalizat cu un nou curriculum gimnazial orientat spre profesie, *Știință și Tehnologie*. Acesta s-a bazat în principal pe programele la biologie și fizică-chimie, dar au fost adăugate și alte subiecte, precum și capitole legate de tehnologie. Acest program este interdisciplinar, adică permite profesorului libertatea de a crea continuitate între subiectele științifice școlare.

În gimnaziu, curriculumul la biologie este o parte a curriculumului general din aria *Știință și Tehnologie*, conform căruia biologia este știința care se bazează pe cunoștințele obținute prin cercetări teoretice și experimentale, și are ca scop dezvoltarea alfabetizării științifice la biologie. Această alfabetizare este o parte a culturii umane, o achiziție necesară unui cetățean educat și un mijloc important de cunoaștere și înțelegere a lumii [131]. Rezultatele colectate de cercetători sunt explicate și interpretate în conformitate cu teoriile populare din acea perioadă. Teoriile biologice, fiind teorii științifice, sunt supuse în mod constant unei examinări de proces și dezvoltate conform noilor descoperiri, contribuind astfel la formarea de noi teorii. Aceste teorii sunt afectate și de alte științe, vis-a-vis de noile tehnologii și concepte sociale, influențându-se reciproc [132].

Scopul curriculumului este de a forma elevii pentru a face față cu succes viitoarelor provocări într-o societate dinamică și înalt tehnologizată, prin dezvoltarea competențelor specifice secolului XXI. Curriculumul la biologie, care este, adaptat la învățarea semnificativă la nivelul

tuturor elementelor sale, se bazează pe trei axe principale ce se interconectează în procesul de predare:

Axa conținutului: curriculumul include subiecte referitoare la viața de zi cu zi, relevante pentru elev, precum și subiecte fascinante de mare actualitate în știință. În cadrul programului au fost evidențiate ideile principale, care sunt utilizate ca elemente de organizare a curriculumului. Aceste idei sunt exprimate la fiecare nivel de organizare și pot servi drept reper în procesul predării și învățării.

Axa strategiilor de gândire și învățare: în toate componentele curriculumului, se utilizează principiile generale de dezvoltare a strategiilor de gândire și învățare, care sunt de asemenea unice pentru domeniile de conținut din biologie. Implementarea în predare și învățare a metodelor de cercetare, a experimentelor de laborator, a lucrărilor de cercetare, a citirii și analizei studiilor, permite aprofundarea înțelegerii conținutului de către elevi, în timpul construirii cunoștințelor.

Axa valorilor: se pune accent pe aspectele morale în timpul parcurgerii tuturor nivelurilor de organizare a curriculumului. Implementarea acestor aspecte în combinație cu dobândirea de cunoștințe relevante, poate contribui la educarea unui absolvent implicat, cunoscător al problemele referitoare la viața individului și societate [131].

Activitatea de laborator este piatra de temelie în predarea științelor, inclusiv în predarea biologiei și, astfel, este integrată în mod constant în procesul predării, fiind inseparabilă de acesta. În curriculumul la biologie activitatea de laborator ocupă un loc central. În aceste lecții, activitățile se bazează pe observații, teste și experimente efectuate de elevi și se realizează la infrastructura cunoștințelor. Laboratorul oferă elevului o metodă unică de învățare - „învățarea practică”. Cel ce învață biologia trebuie să experimenteze într-un laborator în timpul studiului. Profesorii de biologie sunt familiarizați cu importanța învățării într-un laborator ca parte integrantă și principală în studiul biologiei. O mare parte din obiectivele de predare a biologiei pot fi realizate cu ajutorul lecțiilor de laborator [131].

Înțelegerea proceselor biologice este o activitate complexă și complicată, deoarece include multe concepte abstracte care nu sunt întotdeauna perceptibile pentru elevi. Drept urmare, în activitatea lor zilnică, profesorii de biologie se confruntă cu dificultățile pe care le au elevii în înțelegerea și interiorizarea proceselor biologice. Există numeroși factori care pot afecta nivelul de înțelegere al elevilor, cum ar fi: modul de gândire al acestuia, nivelul de atenție și concentrare al elevului la lecție, abilitățile și instrumentele oferite acestora, precum și competențele profesionale ale profesorului utilizate în clasă [133]. O soluție a acestor probleme este implementarea metodelor experimental-demonstrative în predarea biologiei. Acest proces oferă

mai multe avantaje: 1) experimentele pot demonstra și materializa fenomenele învățate; 2) formularea concluziilor pe baza experimentului încurajează construirea noilor cunoștințe; 3) efectuarea de experimente permite îmbunătățirea înțelegerii de către elev a procesului de creare a cunoștințelor în știință; 4) experimentele permit dezvoltarea abilităților de cercetare, cum ar fi: examinarea ipotezelor, selectarea metodelor de cercetare, efectuarea observațiilor și măsurărilor, elaborarea constatărilor și prezentarea lor, desfășurarea experimentelor și formularea concluziilor, evocarea gândirii critice; 5) efectuarea experimentelor crește curiozitatea, motivația și interesul față de subiectele științifice; 6) cu ajutorul experimentelor are loc diversificarea metodelor de predare [131].

Cercetătorii, angajați în studierea procesului de învățare a cursului de biologie din liceu cu ajutorul TIC, au constatat că elevii percep utilizarea tehnologiei ca o practică obligatorie, care permite progresul în ritm personal și încurajează învățarea independentă, contribuie la înțelegerea biologiei prin intermediul multiplelor surse de informație, mijloace de vizualizare și formează abilități de calcul tabelar. Elevii au sesizat posibilitatea de a vizualiza fenomenul prin intermediul graficelor și diagramelor și de a avea o interpretare vizuală a informațiilor teoretice [72].

În această ordine de idei, curriculumul național la biologie trebuie să reprezinte o bază fundamentală pentru *modelul pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*.

2.1.2. Utilizarea TIC în predarea biologiei și științelor în gimnaziul din Israel în comparație cu țările dezvoltate din OCDE

Rolul principal al sistemului de învățământ este de a oferi fiecăruia dintre absolvenții săi instrumentele necesare integrării optime în societatea avansată tehnologic, cultural și social. Astfel, de-a lungul anilor, sistemul de învățământ israelian a atribuit o importanță unică învățării științelor, ceea ce va pregăti elevul pentru o viață într-o societate științific-tehnologizată și îi va oferi moduri de gândire științifică. Concepția comună este că un elev ce deține cunoștințe științifice va contribui în viitor la o creație științific-tehnologică, ceea ce constituie baza dezvoltării și creșterii statului Israel. Curriculumul comun din Israel privind studiul științelor și tehnologiei se bazează pe recomandarea raportului „Tomorrow 98” și se adresează învățământului începând cu grădinița până la liceu. Curriculumul se bazează pe un șir de principii, cum ar fi: cunoașterea conceptelor, fenomenelor, proceselor și principiilor științifice; înțelegerea sensului cunoștințelor științifice și tehnologice atât de către individ, cât și societate; precum și dezvoltarea abilităților de gândire în timpul experimentului, învățării explorative și rezolvării problemelor. Toate acestea sunt necesare unui absolvent de succes în societatea de mâine [134].

Alegerea elevului de a învăța o disciplină științifică la înmatricularea în liceu se face la sfârșitul experimentării acestuia cu studiile științelor în gimnaziu. Prin urmare, este important să înțelegem și să cunoaștem natura acestei educații în școala medie. Cercetările și rapoartele educaționale israeliene recomandă șase ore pe săptămână pentru studierea științelor, cu un conținut de învățare mai degrabă integrativ, decât orientat pe învățarea fiecărui subiect separat. Practic, în ciuda recomandărilor, în prezent sunt predate maximum patru ore săptămânal. Din datele despre rata studiului științelor din 2002, se pare că în gimnaziile din Israel, raportat la rata studiilor din țările OCDE (12-14 ani), elevii învață mai puțin științele: 10% din toate orele obligatorii, față de 12% în țările OCDE. În plus, această diferență crește, și în timp ce în țările OCDE (în 2007), studiile științelor se concentrează pe domeniile biologie (28%), fizică (27%) și chimie (24%), în Israel - 53% din studiul științelor sunt dedicate Biologiei. Acest accent pe biologie este pus în detrimentul studiului fizicii, care constituie doar 15% din conținut și a științei pământului, ce se studiază cu o rată mai mică decât media internațională. Dintr-un raport ce examinează reforma „Tomorrow 98”, privind modul în care se implementează studiul integrat al științelor în școala medie, s-a constatat că acestea nu sunt predate ca studii științifice și tehnologice, ci mai degrabă predarea este disciplinară (depinde de calificarea profesorului) iar sursa de cunoștințe este științifică. Majoritatea cadrelor didactice din școlile medii au la bază calificarea în biologie, ceea ce face mai dificilă actualizarea studiului integrat al științelor [135].

În 2006 a fost realizat un studiu SITES (Second International Technology in Education Study) de către organizația internațională IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) în 22 de state, pentru a examina integrarea TIC în procesul de predare în școli. Cercetarea SITES 2006, a treia dintr-o serie de studii SITES, a fost organizată ca sondaj pentru directorii de școli, coordonatorii TIC și profesorii de matematică și științe și se bazează pe rezultatele celor două studii SITES anterioare realizate în 1998 și 2003. Scopurile cercetării au fost: A) cartografierea utilizării TIC în școli; B) Oferirea de perspective privind modul în care școala și factorii decisivi afectează implementarea TIC de către profesori; C) Examinarea modului în care profesorii de matematică și științe din clasele a VIII-a folosesc TIC în scopuri didactice. Pentru a studia situația în domeniul implementării TIC în procesul de predare a biologiei și științelor, au fost analizate rezultatele acestui raport.

TIC au fost percepute, în special în sectorul arab din Israel, de către directori și de către profesorii de matematică și științe, ca instrumente ce contribuie atât la învățare, cât și la sporirea abilităților și performanțelor profesorilor și elevilor. Cu toate acestea, în ceea ce privește utilizarea propriu-zisă a TIC, concluziile indică un nivel insuficient al infrastructurii și al utilizării TIC ca suport pentru învățare și predare. Mai mult decât atât, TIC este utilizat preponderent pentru

menținerea metodelor tradiționale de predare și învățare și pe de parte ca o pârghie pentru promovarea paradigmelor inovatoare în predare [81].

Cu privire la profesorii de științe din școala medie, cercetarea a arătat că aproximativ 53% dintre cei ce predau la clasa a VIII-a foloseau TIC în scopuri didactice; o rată puțin mai mică față de media globală. Numai în patru state (din 22) a existat o rată mai mică de utilizare în rândul profesorilor de științe decât în Israel. Media utilizării TIC în rândul profesorilor de științe în majoritatea țărilor este mai mare decât cea din rândul profesorilor de matematică.

În ceea ce privește modul de utilizare, profesorii de știință ce integrează TIC în actul lor de predare, o fac în principal conform paradigmei tradiționale de predare. Cu toate acestea, deși la un nivel relativ mic, utilizarea TIC a promovat, de asemenea, paradigma inovatoare de învățare. Cele mai frecvente activități, clasificate ca aparținând școlii tradiționale de predare, sunt: prezentarea informațiilor, demonstrațiilor, distribuirea sarcinilor de lucru la clasă (29,4%) și evaluarea învățării prin teste (25,5%). Cu toate acestea, s-au atestat și activități de utilizarea a TIC, referitoare la o școală mai inovativă, legate de învățarea pe tot parcursul vieții: consiliere pentru elevi în activități de cercetare (30,6%), organizarea, observarea și supravegherea discuțiilor din clasă, demonstrații și prezentări în cadrul managementului elevilor (25,4%). Utilizările comune ale TIC în rândul profesorilor ce integrează TIC în învățarea elevilor sunt: căutarea de idei și informații (aproximativ 46%), proiecte ce conțin sarcini scurte (aproximativ 40%) și procesarea și analiza datelor (aproximativ 36%). Aceste activități reflectă paradigme de învățare inovatoare și, astfel, se poate concluziona că atunci când au fost folosite tehnologiile informaționale și comunicaționale, de fapt au fost valorificate avantajele pe care computerul le oferă învățării. Activitățile în care utilizarea TIC se reflectă cel mai puțin sunt experimentele de laborator (15,4%) și activitățile de explorare pe teren (16,4%).

Cadrele didactice utilizează TIC preponderent pentru software de instruire și practică (aproximativ 20%) cât și pentru software de birou, cum ar fi procesoare de texte, procesoare de date, foi de calcul și software pentru prezentări (aproximativ 20%). Conform rapoartelor, există o utilizare relativ mică a software-ului pentru simulare, proiectare de modele de învățare digitale și jocuri (aproximativ 8%), precum și instrumente de producție multimedia (9%). Utilizarea tehnologiei în rândul profesorilor de științe din Israel este, de asemenea, scăzută, în condițiile în care parametrul de măsurare se referea la cel puțin o experiență pe parcursul anului. Acest nivel este, de asemenea, scăzut în comparație cu celelalte țări incluse în studiu. Aproximativ 45% dintre profesorii de științe și matematică integrează TIC în scopuri de evaluare sub aspect tradițional (de exemplu, teste scrise, sarcini și exerciții), aproximativ o treime - pentru evaluarea produselor de învățare și doar o cincime - pentru metodele de evaluare colaborativă, de exemplu, evaluarea în

perechi. Integrarea TIC în evaluarea abordărilor inovatoare, sub toate aspectele ei, are loc în rândul profesorilor de științe din Israel într-o proporție substanțial mai mare decât în rândul profesorilor de matematică. Aceste constatări poziționează Israelul în jumătatea superioară a ratingului țărilor, în ceea ce privește științele, și în partea inferioară în ceea ce privește matematica [81], [136].

Sistemul de învățământ din Israel în comparație cu țările europene, în ceea ce privește utilizarea TIC, este influențat de mitul tehnologic despre „laptop pentru fiecare elev” (inițiat în SUA), în timp ce în țările europene, în general, opus acestui mit, accentul nu este pus pe calculatoare, ci mai degrabă pe accesibilitatea informațiilor online, comunitățile de elevi, pe rețelele de conectare între elevi și colegii lor, între profesori și colegii acestora, între profesori, elevi și părinții elevilor din aceeași școală. În majoritatea statelor OCDE, au fost dezvoltate programe naționale de integrare TIC și toate obiectivele și sarcinile acestor programe au fost orientate spre realizarea scopului comun, care constă în formarea competențelor elevilor de a utiliza etic și responsabil TIC; în sprijinul gândirii critice și creative cu privire la informații și media, conștientizării lor ca fiind cetățeni și parte a societății mondiale. Pentru atingerea acestui scop sunt înaintate trei obiective specifice: obiectivul cognitiv - dezvoltarea gândirii critice la elev; obiectivul efectiv - educarea unui comportament etic și responsabil; obiectiv operațional – formarea competențelor de utilizare a TIC. În sistemul de învățământ din Israel există o atitudine pozitivă vis-a-vis de integrarea TIC în sistemele de învățare și management din școli, de rând cu influența posibilă și complexă a programului național din acest domeniu. Se pare că importanța fundamentării unei infrastructuri tehnologice pentru realizarea pedagogiei adaptate secolului XXI a fost conștientizată de profesori și elevi. În ciuda dificultăților care însoțesc întregul proces - dificultăți care impun o gândire reînnoită, atât la nivelul implementării, cât și la nivelul obiectivelor programului, crește tendința pozitivă atât din partea profesorilor cât și a elevilor cu privire la revoluția tehnologică în pedagogie care are loc în ultimii ani în școală [132], [136], [137].

Curriculum național american din 2010 pune accent pe învățarea bazată pe informații și formarea unui elev informat și cercetător. Principalul obiectiv al programului bazat pe TIC din Franța și Germania constă în schimbarea metodelor de predare a cadrelor didactice și adaptarea acestora la era informațională, operaționalizarea curriculum-urilor conform principiului de realizare a alfabetizării informaționale în rândul elevilor și profesorilor din epoca internetului. De asemenea și în Finlanda, curriculumul se referă la cadrele didactice din țară ca la parte a populației formatoare de opinii, care ar trebui să-și aprofundeze dezvoltarea profesională în domeniul TIC. Adică, direcțiile de operare au fost aprofundarea cunoștințelor prin ghidare, instruire, auto-învățare și instrumente TIC. În Marea Britanie, principalele obiective ale curriculumului constau în

îmbunătățirea predării profesorilor într-un mediu bazat pe TIC, aprofundarea învățării și creșterea eficienței serviciilor de suport tehnic în școli și în rândul cadrelor didactice [136].

Cercetătorii sloveni A. Šorgo, T. Verčkovnik și S. Kocijančič [47] au examinat nivelul de utilizare și integrare a TIC de către profesorii de biologie din școlile care au primit computere echipate cu senzori și procesoare de date pentru a fi utilizate în predarea fizicii, chimiei și biologiei. Cercetările au descoperit că o parte relativ mică din cadrele didactice folosesc echipamentele donate claselor și laboratoarelor, iar cea mai mare parte a utilizării se referă la aplicații (procesare de texte, e-mail și internet). Profesorii pot elabora materiale acasă și apoi le pot utiliza în clasă, de rând cu prezentările, blogurile, programele de calculator și laboratorul virtual. Ei ar trebui să aibă opinii pozitive cu privire la utilizarea și importanța acestor aplicații, dar nu le folosesc din cauza curriculum-urilor încărcate, precum și din cauza lipsei de echipament și a pregătirii necorespunzătoare. În ceea ce privește aplicațiile (jocuri pe calculator și programe), profesorii au demonstrat o atitudine negativă față de ele, nu le folosesc, iar integrarea lor în predare este departe de a fi realistă la acest moment. Un factor important pentru o utilizare mai largă a tehnologiilor este percepția profesorului asupra importanței software-ului, precum și competențele acestora. O utilizare competentă se referă la integrarea optimă a aplicațiilor și sesizarea importanței acestora. G. K. Ezekoka [42] recomandă, printre altele, organizarea atelierelor, seminarelor și simpozioanelor pentru profesorii de științe sociale care ar contribui la conștientizarea strategiilor inovatoare de predare. Deoarece fiecare dintre strategii are domeniile sale specifice de eficiență, este necesar să se organizeze instruirea profesorilor cu privire la modalitățile prin care aceștia pot implementa eficient strategiile inovatoare de predare. Institutele de calificare a cadrelor didactice ar trebui să includă strategiile în curriculum, să depună eforturi intenționate pentru a forma profesorii de biologie astfel încât să dețină competențe de utilizare a fiecărei strategii inovatoare în mod eficient și activ, de rând cu integrarea instrumentelor TIC. Această concluzie confirmă rezultatele studiului din Tanzania care a cercetat utilizarea tehnologiilor informaționale în predarea științelor și matematicii din cadrul programelor de formare a profesorilor. Prin dezvoltarea cunoștințelor tehnologice pedagogice, cercetătorii au ajuns la concluzia că oportunitățile pentru elevii viitori-profesori de a participa la programe de dezvoltare profesională, care includ planificarea lecției, instruirea, evaluarea și reformarea, pot fi utile pentru dezvoltarea cunoștințelor și competențelor de integrare a tehnologiei în predarea științelor și matematicii [45].

2.1.3. Îmbunătățirea predării biologiei și științelor prin TIC

Din punct de vedere științific, se numește educată persoana care deține astfel de competențe, precum: înțelegerea faptelor științifice de bază și a semnificației lor; explorarea, căutarea și răspunsul la întrebările provenite din curiozitate despre experiența de zi cu zi;

descrierea, explicația și prognozarea fenomenelor naturale; citirea conștientă a articolelor de ziar care implică discuții sociale și realizarea concluziilor; evaluarea calității informațiilor științifice pe baza resurselor și metodelor sale de producție, crearea și evaluarea argumentelor bazate pe adevăr și implementarea corectă a concluziilor [43].

Standardele convenționale în domeniul predării științelor subliniază faptul că profesorii de profil ar trebui să utilizeze strategii care dezvoltă o înțelegere științifică profundă, combinând în același timp metode învățare prin cercetare, soluționare de probleme și furnizare de răspunsuri la întrebări complexe. Standardele afirmă că rolul profesorilor de științe este de a îndruma cursanții, de a încuraja construirea noilor cunoștințe ce se bazează pe cele anterioare și de a-i ajuta să-și asume responsabilitatea pentru învățare. Profesorii de științe ar trebui să încurajeze învățarea prin crearea comunităților de elevi și prin ghidarea discuțiilor de colaborare. Profesorilor li se recomandă să învețe cu ajutorul colegilor de breaslă, cât și din alte domenii, pentru a face legătura interdisciplinară între științe și alte domenii ale cunoașterii, cum ar fi tehnologiile, disciplinele lingvistice și științele sociale [28].

Un mijloc eficient de creștere a nivelului de înțelegere a subiectelor din biologie și alte științe este elaborarea materialelor de învățare și a strategiilor de predare bazate pe cercetare, destinate să ofere elevilor competențe și abilități de gândire specifice cercetării științifice. Învățarea bazată pe investigație, creând legături autentice prin vizitele elevilor în laboratoarele de cercetare, îmbunătățește înțelegerea diferitelor aspecte ale esenței științelor și afectează pozitiv atitudinea elevilor față de științe.

Există două abordări ale cercetării în procesul de învățare: „Învățarea prin modul de cercetare” și „Învățarea ca cercetare”. În „Învățarea prin modul de cercetare”, elevii îndeplinesc sarcini de cercetare independentă în laborator sau pe teren. La lecțiile de biologie elevii din Israel au oportunitatea de a se implica în știință sub aspectul cercetării prin sarcini, cu posibilități limitate, ca parte a activității de învățare din clasă (experimente de laborator, lucrări de cercetare) sau, în cazuri rare, prin proiecte ample ghidate de cercetători din diferite universități. Pe de altă parte, în „Învățarea ca cercetare” elevii sunt expuși la diferite elemente ale procesului de cercetare, prin citirea și analiza articolelor științifice, cercetarea aspectul istoric al subiectului și alte materiale relevante. Elevii specializați în biologie (licențiați în biologie) din Israel învață prin cercetare prin citirea secțiunilor din articole științifice pe diverse subiecte ca parte a studiilor lor [138]. În ambele abordări utilizarea TIC este un avantaj care poate contribui foarte mult la calitatea și eficacitatea procesului de cercetare în biologie.

Studiul lui M. Al-Rsa'li [43], care a avut drept scop identificarea modului în care TIC pot fi utilizate în predarea științelor pentru dezvoltarea unui nivel de alfabetizare științifică, susține că

există o legătură puternică între utilizarea tehnologiilor informaționale și media de către elevi și nivelul lor de alfabetizare științifică, această legătură bazându-se pe modul în care elevii utilizează TIC și pe competențele lor în acest domeniu, precum și pe natura sarcinilor de învățare ale elevilor. Dezvoltarea alfabetizării științifice și construirea conștiinței științifice obligă o nouă legătură între cursant și sursele de cunoaștere pentru a identifica cele mai utile lucruri pentru învățare și cele mai utile surse, tehnologiile moderne reprezentând calea optimă de ajutor în această problemă. TIC sunt considerate ca având un rol cheie pentru învățarea continuă, deoarece asigură accesul rapid la toate noile cunoștințe din întreaga lume, indiferent de limitările spațiale și de timp și oferă o gamă din ce în ce mai mare de instrumente pentru manipularea datelor digitale și accesul la o mare varietate de conținut ce oferă suport informațional. Cu toate acestea, pentru a obține cele mai bune avantaje ale acestor tehnologii în scopul dezvoltării culturii elevilor și îmbunătățirii abilităților acestora de a crea cunoștințe științifice, instituțiile de învățământ ar trebui să susțină metodologiile corecte de utilizare a tehnologiei informației și media prin procese și strategii constructive de învățare. TIC furnizează numeroase instrumente și modele care pot fi utilizate prin intermediul strategiilor de învățare în predarea constructivistă în care elevul poate realiza mai multe activități și poate fi responsabil de propriul său proces de învățare.

În cadrul predării științelor prin intermediul TIC, ce se bazează pe utilizarea tehnologiei PMA (Pedagogie, Mediu, Atitudine – (PEA) Pedagogy, Environment, Attitude), M. Al-Rsa'i1 [43] a planificat și dezvoltat un model în conformitate cu următoarele trei cerințe: utilizarea tehnologiilor informaționale și media în concordanță cu abordările și cursurile elevilor; construirea de conținut educativ bazat pe teoria constructivă a învățării; asigurarea mediului de învățare social.

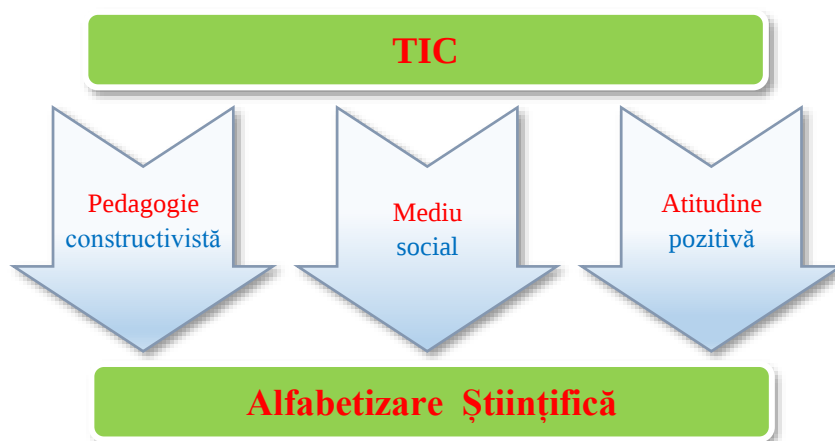


Fig. 2.1. Modelul PMA

Implementarea modelului de alfabetizare științifică necesită elaborarea diferitor programe de învățământ și, mai ales, a curriculum-urilor pentru științe, în conformitate cu strategia de utilizare a tehnologiei informației și a mijloacelor media în predarea științelor bazându-se pe

predarea constructivistă și pe organizarea unui mediu de învățare adecvat, prin asigurarea rețelilor și sălile de clasă dotate cu noi tehnologii care permit comunicarea ușor și rapid.

2.2. Modelul pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei

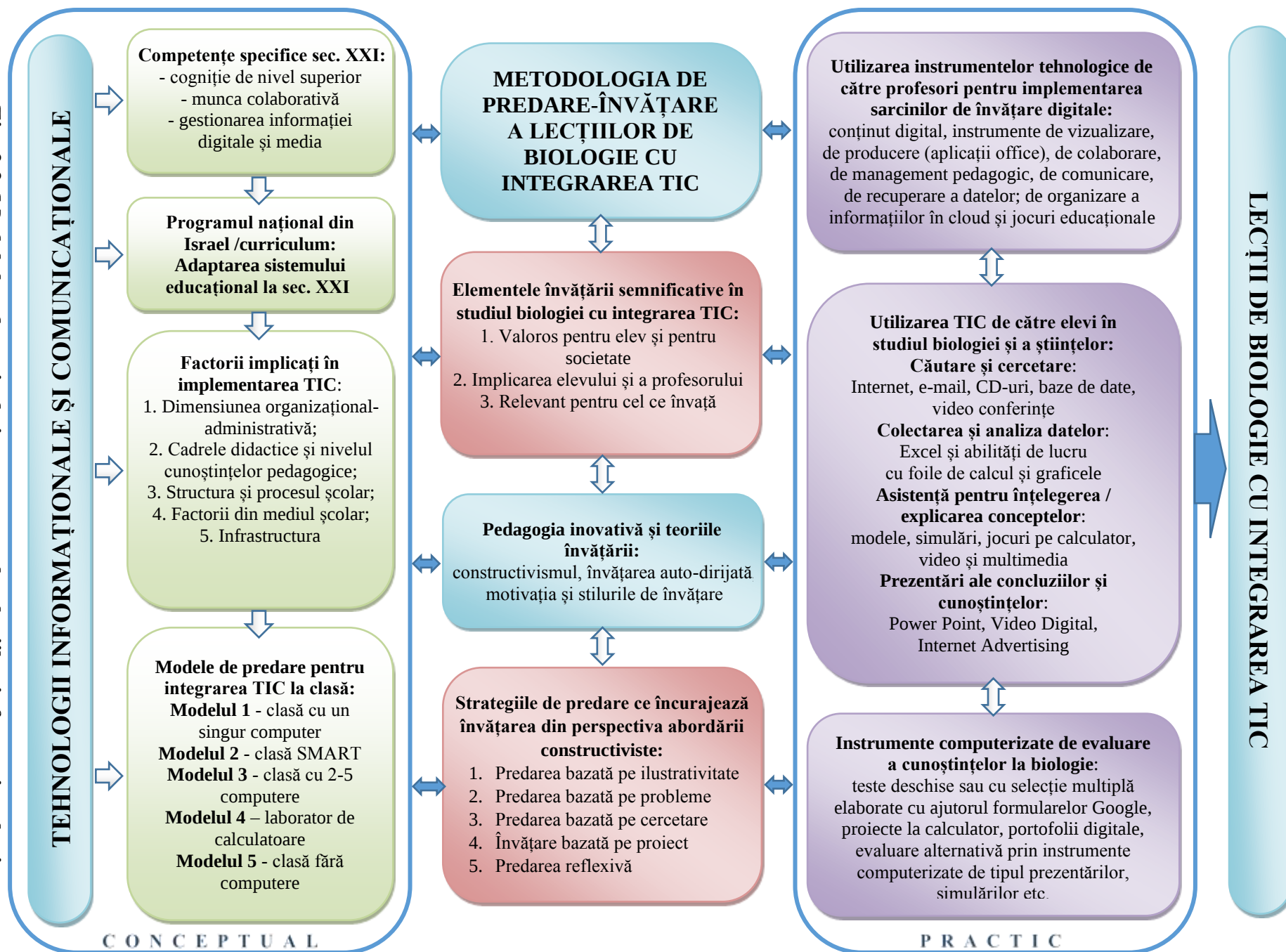
Analiza literaturii de specialitate la tema cercetării a subliniat necesitatea integrării Tehnologiilor Informaționale și Comunicaționale (TIC) în cadrul procesului educativ la biologie în școlile gimnaziale din Israel și a permis evidențierea problemei cercetării: *determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de predare-învățare a biologiei în gimnaziu prin intermediul tehnologiilor informaționale și comunicaționale*. În vederea soluționării problemei cercetării a fost înaintat scopul cercetării, care se rezumă la *fundamentarea teoretică și elaborarea unui model pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*. Prin urmare unul din obiectivele care vor contribui la atingerea scopului și rezolvarea problemei cercetării este *elaborarea modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*. Necesitatea acestui model rezidă și din faptul că cercetările în domeniu nu atestă modele pedagogice fundamentate teoretic și practic care ar reda procesul de integrare a TIC în studiul biologiei, sau cele existente se axează pe unele teme separate din aceasta arie curriculară, sau nu sunt adaptate specificului politicilor educaționale și curriculumului gimnazial din Israel.

Celula de intrare în acest model (Fig. 2.2) include tehnologiile informaționale și comunicaționale care au revoluționat toate sferele vieții moderne, inclusiv educația. TIC, reprezentând tehnologiile utilizate pentru recepționarea, prezentarea și distribuirea electronică a informațiilor, solicită din partea membrilor societății secolului XXI, erei informaționale, competențe specifice așa ca:

- procese cognitive de nivel superior, ce include gândirea creativă, critică, ingeniozitatea și abilități de rezolvare a problemelor;
- abilități de muncă colaborativă, ce presupun lucru în echipă, învățarea independentă și aspecte etice;
- competențe de manipulare a informațiilor digitale și media, care se referă la alfabetizarea informațională, media și în domeniul TIC [70].

Conceptul de *proces cognitiv de nivel superior*, a apărut odată cu modernizarea taxonomiei lui Bloom, prin actualizarea nivelului șase a creativității, iar cercetătorii se referă la acele procese invocate atunci când elevul explorează, analizează, gândește critic, creează, pune întrebări, rezolvă probleme, elaborează concluzii, transpune cunoștințele în situații noi etc.

Fig. 2.2. Modelul pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei



Imperativul acestor competențe, pe de o parte, și TIC, pe de altă parte, au determinat caracterul politicilor educaționale din majoritatea țărilor, inclusiv din Israel, stat care a lansat programul național de adaptare a sistemului educațional la secolul XXI. Numit și program național TIC, deoarece se axează pe implementarea tehnologiilor informaționale în educație, a condus către modernizări ale curriculumului școlar în general și a celui la biologie în special [139].

Sistemul de învățământ din Israel aspiră ca toate școlile să implementeze o pedagogie bazată optimal pe tehnologie, devenind un stil de viață al școlii. Însă implementarea curriculumului bazat pe TIC în școală depinde de cinci factori care se completează reciproc și a căror conlucrare eficientă garantează succesul și atingerea obiectivelor acestui proces. Prin urmare factorii implicați în integrarea și asimilarea TIC de către sistemul educațional: *Dimensiunea organizațional-administrativă; Personalul didactic și nivelul cunoștințelor pedagogice; Structura și procesele din cadrul școlii; Factorii din anturajul școlii și Infrastructura*, reprezintă o celulă importantă din model.

Ghidul unei școli bazate pe integrarea TIC, publicat de Ministerul Educației [91], descrie, printre altele, că noile metode de predare au ca scop dezvoltarea învățământului axat pe TIC, care combină predarea tradițională cu mijloacele și serviciile tehnologice pe care le are la dispoziție profesorul la lecție. Există patru modele de integrare a TIC în clasă, a căror detaliere și descriere de aplicare pedagogică optimă urmează:

1. *Modelul de predare 1 în care rolul de bază revine profesorului* – în clasă există un singur computer conectat la internet, proiector, ecran și conținut creat pe bază de TIC, cel mai ieftin și cel mai utilizat (de bază) model. În acest model, mediul computerizat este concentrat asupra profesorului, care folosește activ TIC-ul și-l integrează în actul său de predare. Profesorul are acces la informații pe internet a cărui conținut îl expertizează, utilizează materiale digitale online, elaborează el însuși conținut digital cu ajutorul dispozitivelor specifice (aparat de fotografiat, cameră video), folosește instrumente digitale pentru manipulări și procesări în conținutul lecției și gestionează învățarea în spațiul digital propriu: site-ul web al profesorului, site-ul clasei.

2. *Modelul de predare 2 în care calculatorul profesorului conectat la internet, proiector, tabletă inteligentă și conținut digital* - în acest model mediul computerizat se concentrează de asemenea pe profesor, dar, în plus față de modelul 1, profesorul acționează în mod interactiv cu mediul digital și-l integrează în actul său de predare. El folosește pagini gata-făcute pe tabletă și creează pagini proprii pe tabletă în timp ce predă și salvează conținutul, vizualizează și demonstrează materiale pe tabletă, în timpul partajării cu elevii pe parcursul lecției, folosește șabloane personalizate pentru conținut, predefinite și salvate în software-ul tabletei, înregistrează lecția pe tabletă, conform documentării acesteia.

3. *Modelul de predare 3 în care calculatorul profesorului este suplinat cu un număr mai mic de stații de calculatoare decât numărul de elevi* - mediul computerizat se concentrează atât pe profesor, cât și pe elev, profesorul operează cu o învățare activă și interactivă, gestionează lecția în conformitate cu numărul de calculatoare (2-5 computere) atât fizic cât și tehnic. Calculatoarele sunt amplasate într-o parte a clasei, când lecția este frontală sau integrată cu calculatorul-profesor. Profesorul direcționează elevii care au nevoie de ajutorul tehnologiilor către calculatoare în timpul lecției, spre a le utiliza. Grupurile folosesc calculatoarele ca instrument informațional și ca instrument auxiliar pentru instruirea elevilor cu dificultăți [91].

4. *Modelul de predare 4 în care calculatorul profesorului este suplinat cu calculatoarele pentru toți elevii în timpul lecției* - profesorul și elevul își gestionează munca în spațiile computerizate. În mod similar modelului 3, mediul computerizat se concentrează atât pe elev, cât și pe profesor, în timp ce învățarea este activă și interactivă. În laboratorul de calculatoare, profesorul conduce lecția sub formă de mediere și îndrumare pentru învățarea personală. Învățarea este activă cu pregătirea muncii personale ca parte integrantă a lecției. Profesorul împarte elevii în grupuri în laboratorul de calculatoare. Construirea cunoștințelor se realizează prin colaborare și reprezentare a acestora în discuții treptate cu toți elevii. Elevii cu dificultăți sunt ajutați de coechipierii lor și de tehnologiile de asistență disponibile tuturor participanților. Profesorul trebuie să pregătească materialele lecției într-un mediu de învățare cu calculatoare sau să îl încarce într-un mediu de învățare computerizat, în care îi va invita pe elevi în timpul lecției. De asemenea, el trebuie să dețină competențe de utilizare a tehnologiilor de asistență pentru calculatoare, să cunoască funcțiile lor și să înțeleagă ce abilități oferă acestea diferiților elevi. În timpul lecției, profesorul va fi prezent printre elevi, va ajuta elevii cu dificultăți, va accesa tehnologii de asistență pentru ca cursanții să le utilizeze, va explica pe scurt plusvaloarea acestora în conformitate cu dificultățile care apar la suprafață și va promova elevii ca clasă și colegii de clasă ca indivizi.

5. *Modelul de predare 5 în clasa fără stații de calculatoare, dar elevul are un laptop și lecția se desfășoară frontal*. Elevul utilizează tehnologiile de asistență accesibile în computerul său, în funcție de nevoile proprii [108].

Componentele modelului descrise mai sus reprezintă reperul **conceptual** pentru metodologia de predare-învățare la lecțiile de biologie cu integrarea TIC. Această metodologie elaborată se bazează dar și impune respectarea principiilor învățării semnificative, în care subiectul are un rol activ, întrucât trebuie să restructureze și să organizeze informațiile, prin conexiunea cunoștințelor noi cu cele anterioare. Elementele învățării semnificative, racordate la studiul biologiei prin integrarea TIC sunt:

1. *Valoros pentru elev și pentru societate* - apare atunci când elevii consideră că materialul studiat este semnificativ pentru ei la nivel personal și social (învățare dirijată și auto-dirijată);

2. *Implicarea elevului și a profesorului* – are loc atunci când studiile științifice și tehnologice se bazează pe abordări constructiviste: elevii sunt implicați activ, emoțional și cognitiv în procesul de construire a cunoștințelor (învățarea cooperantă și constructivă), experimentează activ metodele în care sunt elaborate cunoștințele și cercetările științifice (învățarea activă);

3. *Relevant pentru cel ce învață* – necesită ca aria curriculară științe și tehnologii, de care aparține biologia, să antreneze subiecte și problemele actuale valoroase pentru societate și individ (învățarea autentică).



Fig. 2.3. Elementele principale ale învățării semnificative

Din punct de vedere al studiului Biologiei și Științelor în școală, învățarea semnificativă valoroasă are loc atunci când, de exemplu, dezvoltarea gândirii științifice și tehnologice poate dota elevul cu abilități de gândire de nivel înalt, care îi vor putea ajuta în rezolvarea problemelor și luarea deciziilor în viața lor cotidiană. Implicarea se realizează atunci când elevii exersează activ prin experiment și observații practice cercetarea științifică la lecțiile de biologie.

E. A. Ashburn și R. E. Floden [140] subliniază faptul că tehnologia este utilizată de către elevi ca partener intelectual care îi ajută să progreseze în gândire, învățare și înțelegere a lumii în care trăim. Învățarea asistată de tehnologii va contribui la progresarea învățării semnificative dacă va fi bazată pe implicarea elevilor în construirea cunoștințelor, prin conversație, prin exprimarea cunoștințelor dobândite și prin gândirea reflexivă. Acest lucru are loc prin procese de învățare, cum ar fi: explorarea, proiectarea, comunicarea, scrierea, construirea de modele și vizualizarea.

Teoria învățării semnificative a lui David Ausbel are puternice influențe din teoria constructivistă în care adevăratele cunoștințe sunt construite de către individ pe baza experiențelor proprii. Iar abordarea constructivistă reprezintă nucleul pedagogiei inovative, ce are responsabilitatea de a pregăti cetățeni creativi, care fac față schimbărilor, analizează și gestionează informația. Învățarea pe bază de TIC reprezintă o infrastructură pedagogică inovativă a învățării semnificative în secolul XXI. Conceptul de pedagogie inovativă descrie o structură școlară

flexibilă, adaptată proceselor sociale, culturale, economice și tehnologice în schimbare și modifică percepția esenței cunoașterii. Pedagogia inovatoare definește obiectivele educației, profilul elevilor din sistemul de învățământ specific secolului XXI și descrie elementele indispensabile școlii, cum ar fi: curriculum-ul, procesele de predare-învățare-evaluare (inclusiv organizarea timpului, organizarea elevilor și organizarea echipei) și mediul de învățare [140].

Caracteristicile mediului de învățare, potrivit teoriile inovatoare ale învățării, sunt:

- *Dimensiunea personală* - nevoile, domeniile de interese, stilurile de învățare și alți factori adiționali sunt reflectați în mod esențial în procesul de învățare, care se produce prin elevi înșiși. Construirea cunoștințelor este un proces în care elevii le asimilează activ pe cele noi pe baza celor vechi, prelucrează, interpretează, extind și structurează domeniul cunoștințelor [132].
- *Contextul social* - elevii se dezvoltă cognitiv într-un context social-cultural în timp ce interacționează în viața lor zilnică cu persoane competente. Învățarea în mediul bazat pe TIC se realizează în mare parte ca proces interpersonal. Grupurile de discuții, convorbirile, sarcinile de explorare a rețelei, dialogul cu experții și alte activități pe Internet oferă o platformă largă de creare a interacțiunilor ce promovează procesele de învățare și construirea semnificației pentru cunoștințele și conceptele care au fost înțelese.
- *Depășirea limitelor de spațiu și timp* - prin comunicarea digitală, elevii și profesorii creează un raport al discursului educațional în spațiul de rețea.
- *Potențialul de a conduce elevii la performanțe comprehensive* - aceste performanțe pot fi valorificate, de exemplu, în cercetare sau design de produse ce pot fi expuse pe un site web personal, într-o prezentare, într-un fișier digital și în alte modalități suplimentare bazate pe TIC.

În cadrul pedagogiei inovative se intersectează mai multe teorii așa ca: constructivismul, învățarea auto-dirijată, motivația și stilurile de învățare. Conform acesteia, conținuturile predate și cunoștințele sunt relevante pentru realitatea în continuă schimbare, predarea este adaptată diversității elevilor, permite evaluarea și feedback în timp real, procesul de predare-învățare-evaluare se axează pe individ și scoate în evidență dezvoltarea instruitului prin învățarea auto-dirijată. Tehnologiile informaționale și comunicaționale din pedagogia inovativă sunt: de multiplicitate vizuală, interactive, dinamice, în permanentă actualizare, ludice, interconectate, mediatizate în rețelele sociale [70]. Utilizarea inteligentă a TIC contribuie enorm la actualizarea pedagogiei inovative și o fac mai relevantă pentru elevi.

Competențele de cercetare dar și întreaga activitate de cercetare științifică constituie o parte importantă a procesului de predare-învățare-evaluare în studiul biologiei și științelor în școală. Valorificarea explicită a competențelor de cercetare în instruire începe cu construirea cunoștințelor, înțelegerea și stăpânirea conținutului științific, precum și cultivarea gândirii de nivel înalt și a competențelor specifice secolului XXI, cum ar fi colaborarea, creativitatea și critica, permițând în același timp creșterea motivației și bucuria de a învăța științele și biologia. Procesul de predare-învățare-evaluare ce valorifică competențele de cercetare științifică, în mod ciclic, la toate grupele de vârstă, are destinația de a cultiva adulți alfabetizați științific și tehnologic, care sunt implicați și responsabili pentru procesul de învățare și autodirecționați [141].

Învățarea prin abordarea constructivistă este încurajată de așa strategii didactice precum:

1. *predarea bazată pe ilustrativitate*: prezentarea ilustrativă a materialului la lecțiile de biologie este esențială pentru învățarea semnificativă;

2. *predarea bazată pe probleme*: elevilor li se prezintă o problemă deschisă, care trebuie să aibă mai multe soluții sau să nu aibă soluție, a cărei rezolvare de către elevi va contribui la construirea cunoașterii;

3. *predarea bazată pe cercetare*: elevilor li se oferă o sarcină care dezvoltă cunoașterea și înțelegerea conceptelor științifice, permite elevului să experimenteze căutând un răspuns la un fenomen semnificativ din punctul lui de vedere;

4. *învățare bazată pe proiect*: se referă la învățarea prin experiment și experiență care permite dezvoltarea abilităților secolului al XXI-lea, cum ar fi: gândire creativă, învățare activă, lucrul în grup, feedback de la colegi și îmbunătățirea motivației pentru învățare;

5. *predarea reflexivă*: se formează la elev competențe de evaluare internă, care îl va ajuta la îmbunătățirea performanțelor sale actuale.

În plus, învățarea bazată pe proiecte (ÎBP-PBL) este o modalitate de a implementa învățarea semnificativă, care presupune că există un subiect sau o întrebare ce trebuie investigată și învățată, un proces care este actualizat și prezentat ca produs, ce ar trebui să fie semnificativ pentru om și societate. Proiectul este un proces restricționat de un termen limită pentru expedierea și prezentarea produsului, ce exprimă învățarea care a avut loc pe durata acestuia, precum și competențele și obiceiurile de învățare dobândite în timpul lucrului la proiect. După cum se cunoaște, în timpul proiectului, elevii sunt implicați într-un proces de explorare sistematic și planificat, care se concentrează pe o întrebare sau problemă autentică și complexă. Elevii promovează proiectul sub îndrumarea profesorului și prezintă idei și opinii cu privire la procesul de creație. În timpul proiectului, are loc înțelegerea profundă a cunoștințelor academice de către elevi și valorificarea abilităților lor de învățare, dobândirea competențelor de lucrul în echipă, de implicare activă în

brainstorming, de localizare a informațiilor și de prezentare în fața unui public [142]. În procesul de predare-învățare-evaluare se împletesc și inter-relaționează activități ce duc către o învățare semnificativă.

Pedagogia inovativă și implicațiile acesteia asupra învățării semnificative a biologiei și științelor prin intermediul TIC sunt reprezentate în fig. 2.4.

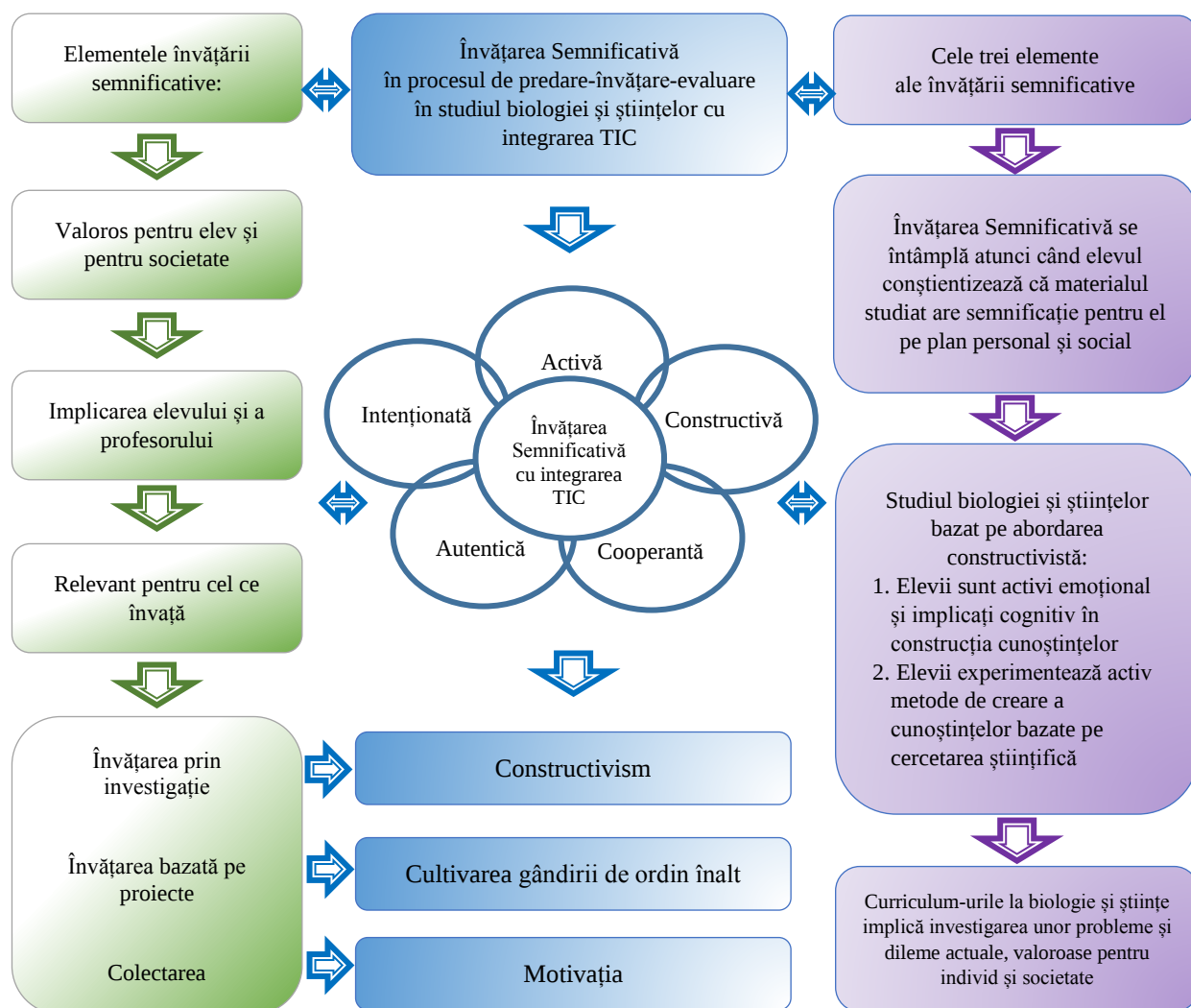


Fig. 2.4. Pedagogia inovativă și implicațiile acesteia asupra învățării semnificative a biologiei și științelor prin intermediul TIC

Componentele *metodologice* centrale ale modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei, sunt în interacțiune bidirecțională nu doar cu reperele conceptuale dar și cu componentele *practice*. Acestea se referă la dispozitivele și instrumentele hard și soft disponibile atât pentru profesor cât și pentru elevi în cadrul procesului de predare-învățare-evaluare.

Hardware-ul a fost reflectat în cadrul modelelor de integrare TIC în sala de clasă. Acestea, de rând cu software-ul sunt factori decisivi în îmbunătățirea proceselor de predare-învățare-

evaluare, iar programul de intervenție pentru integrarea TIC la lecțiile de biologie include: video-uri, animații, prezentări, sarcini și exerciții digitale.

Profesorii de biologie dispun de mai multe categorii de instrumente ale TIC care permit integrarea acestora în procesul didactic, acestea fiind: instrumente de vizualizare; conținut digital, instrumente de producere (aplicații de birou); instrumente de colaborare; instrumente de management pedagogic; instrumente de comunicare; instrumente de recuperare a datelor; instrumente de organizare a informațiilor în cloud și aplicații de joc educațional.

În ceea ce privește elevii, este necesar ca aceștia să utilizeze instrumente și mijloace tehnologice pentru a-și fundamenta și dezvolta auto-învățarea, deoarece într-o lume digitală trebuie să învețe să manipuleze cu instrumente esențiale pentru viața de zi cu zi și pentru o muncă productivă în viitor. Alfabetizarea secolului XXI nu înseamnă doar citirea, scrierea și abilitățile de lucru la calculator, ci și competența de utilizare a informațiilor, cunoștințelor și abilităților în raport cu viața modernă, sau cum spunea Alvin Toffler „Analfabeții secolului XXI nu vor fi cei care nu știu să scrie și să citească, ci aceia care nu pot învăța, dezvăța și reînvăța”. Prin urmare, instrumentele pe care le folosesc elevii pentru studierea biologiei se împart, după destinație, în instrumente pentru:

- căutare și cercetare: internet, e-mail, informații pe suporturi digitale, baze de date, conferințe video;
- colectare și analiza datelor: Excel și alte aplicații de gestionare a foilor de calcul și elaborare de grafice;
- asistență pentru înțelegerea / explicarea conceptelor: modele, simulări, jocuri digitale, video și multimedia;
- prezentarea cunoștințelor și a constatărilor, concluziilor: Power Point, digital video, publicare pe internet.

Evaluarea ca proces important din actul educațional, de asemenea trebuie să se realizeze în conformitate cu cerințele erei informaționale, care solicită: teste deschise sau cu selecție multiplă elaborate cu ajutorul formularelor Google, proiecte la calculator, portofolii digitale, prezentări, simulări etc.

Conexiunea inteligentă a componentelor modelului permite drept finalitate construirea unui proces educațional la biologie cu integrare adecvată a Tehnologiilor Informaționale și Comunicaționale.

Modelul elaborat se caracterizează prin *originalitate*, prin prisma componentelor sale specifice învățământului gimnazial din Israel la biologie, a politicilor educaționale invocate și a relațiilor stabilite dintre componentele conceptuale, practice și metodologice.

Caracterul inovativ al modelului este evidențiat de conceptele moderne educaționale integrate la nivel de pedagogie inovativă, constructivism, învățare semnificativă, procese cognitive de nivel superior și strategii moderne de predare-învățare.

Adaptabilitatea modelului elaborat rezidă din faptul că programul național TIC din Israel și competențele specifice secolului XXI acoperă majoritatea ariilor curriculare, ceea ce permite implementarea lui și la alte discipline școlare.

De asemenea, modelul poartă un *caracter evolutiv*, deschis spre actualizare, dictat de schimbările dinamice din sistemul educațional, de supraîncărcarea informațională, de numeroasele dezvoltări tehnologice dar și de evoluția Tehnologiilor Informaționale și Comunicaționale. Acest fapt permite actualizarea la nivel conceptual, metodologic, dar cel mai facil la nivel practic prin înlocuirea aplicațiilor și instrumentelor digitale cu altele noi, conform evoluțiilor tehnologice.

Nu în ultimul rând, modelul se caracterizează prin *integritate*, datorită conexiunilor stabilite între imperativele educaționale moderne (politici, documente curriculare, factori implicați), strategiile și metodologia invocată și aspectele tehnologice vis-a-vis de hardware și software necesar actanților procesului educațional [144].

2.3. Premise practice ale modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei

În acest paragraf se descriu instrumentele practice atât hardware cât și software, ce pot fi utilizate la nivel de profesor și elev în procesul de studiere a biologiei. Acestea au fost selectate și implementate din perspectiva faptului că paradigma educațională s-a schimbat sub diferite aspecte: nu mai avem profesor „atotcunoscător” și elev „ignorant”, profesorul nu mai „împărtășește” cunoștințele și elevul nu le mai „capătă”, nu mai sunt lecții în care profesorul realizează un scenariu predeterminat al unui „curs de lecție” meticolos planificat, care se mișcă sistematic și constant de la sarcini spre evaluare. În procesul de învățare numit „învățare profundă”, un loc important se rezervă dialogului și învățării prin colaborare, iar o valoare specială se atribuie flexibilității mintale și creative pentru a face față unor lucruri ocazionale, relevante și provocatoare [145].

2.3.1. Utilizarea TIC de către profesori în procesul de predare a biologiei

Potențialul utilizării internetului în educație este mare și divers, datorită interactivității sale; posibilității cadrelor didactice de a utiliza instrumente convenabile pentru implicarea simultană a diferitor elevi în diverse activități; accesibilității, ceea ce înseamnă că toată lumea poate fi conectată și toată lumea poate fi disponibilă oricui (profesori, elevi, părinți, materiale de studiu, persoane supuse evaluării etc.); politici pe care se bazează internetul: reguli și reglementări cunoscute și acceptate în întreaga lume. Acestea permit accesibilitatea la diferite platforme (cum ar fi browser-ele web) și schimbul nelimitat de cunoștințe. Avantajele importante al utilizării

internetului sunt: bogăția de informații, mijloacele de demonstrație și ilustrare, mijloacele de operare, textele, imaginile, animațiile și simulările, filmele și laboratoarele virtuale.

Integrarea TIC în predare, așa cum o știm astăzi, se bazează, preponderent, pe navigarea pe diferitele site-uri web, colectarea informațiilor și prelucrarea acestora la un nivel relativ simplu. Potrivit profesorilor, conținutul digital destinat studiului, face ca învățarea să fie actualizată, autentică și mai relevantă pentru viața elevului. Cu toate acestea, modul în care se utilizează TIC nu duce la schimbările așteptate în pedagogie. Implementarea celei de-a doua etape a predării - învățarea digitală actualizată, se bazează pe studiul complex al comportamentelor, care necesită învățare într-un context cooperant și social, folosind în același timp potențialul deținut de tehnologii. Această etapă este realizată în practică prin intermediul instrumentelor de partajare și construire a cunoștințelor oferite de tehnologia Web 2.0. Aceste instrumente permit o gamă largă de posibilități de muncă colaborativă, precum și independentă, realizând obiectivele de învățare pe care profesorul le înaintează. Instrumentele de construcție a cunoștințelor, de conexiune și de comunicații digitale moderne, precum Wiki, Google Docs, Moodle și Office 365, permit elevilor să partajeze cu colegii elemente ale informațiilor sub formă textuală, vizuală și audio. Acestea permit colegilor de studiu să adauge, să editeze, să comenteze și să răspundă la diverse detalii de conținut aduse de cursanți în mod colaborativ sau individual. Posibilitățile tehnologiei permit actualizarea numeroaselor oportunități de învățare inovativ-socio-constructivistă în care elevii sunt implicați și participanți activi ai procesului. Învățarea inovativă integrată cu TIC permite reproiectarea proceselor, sarcinilor și definițiilor produselor de învățare, dar și modificarea metodelor de predare, atât la nivelul rolurilor elevilor cât și ale profesorilor, a modului în care profesorul folosește tehnologiile ca instructor și promotor al învățării și nu neapărat ca sursă exclusivă de informații la lecție (vezi Tabelul 2.1) [27].

**Tabelul 2.1. Instrumente tehnologice implementate de profesor
în timpul lecției de biologie și știință**

Instrumentele	Instrumente de prezentare	Modul de utilizare
Word	Imagini, tabele, texte	Pe parcursul lecției, a temelor de acasă: lucrări de recapitulare
Excel	Grafice, formule, calcule matematice, tabele	La lecția de biologie sau orice altă știință, scopul căreia este prezentarea informațiilor prin grafice și diagrame
Power Point	Imagini, video, animații, grafice, texte	Pentru profesor: prezentarea unui subiect - introducerea și rezumatul lecției
Software de învățare	Toate tipurile de prezentare a informațiilor	Pe parcursul lecției

Baze de date din Internet, site-uri de conținut	Toate tipurile de prezentare a informațiilor	Pe parcursul lecției
Instrumente de partajare – blog-uri, wiki	Toate tipurile de prezentare a informațiilor	În timpul și în afara lecției
Site-ul web al școlii	Toate tipurile de prezentare a informațiilor	În timpul și în afara lecției
Jocuri educaționale	Legate de conținut	Pe parcursul lecției
Video clipuri	Toate tipurile de prezentare a informațiilor	Un scurt videoclip rulează pentru a prezenta subiectul lecției pe parcursul unei părți din lecție sau pe toată lecția, sau în rezumatul acesteia. Învățarea dincolo de lecție.
Proiector + computer	Toate tipurile de prezentare a informațiilor	De-a lungul lecției
Smart board	Toate tipurile de prezentare a informațiilor	Se folosește la începutul și la sfârșitul lecției și, desigur, pe tot parcursul lecției, în loc de tabla obișnuită.
Suportul computerului	Toate tipurile de prezentare a informațiilor	La nivelul elevilor: pe parcursul lecției
Indicatori digitali	Întrebări cu răspunsuri la alegere	Rezumatul subiectului

Potrivit concluziilor studiului internațional despre TIC în educație, realizat de cercetătorii D. Miodoser, R. Nachmias și A. Forcush-Baruch [81], se conturează ideea că modul în care TIC sunt utilizate în predarea științelor și biologiei în școală de către profesori este mai degrabă unul bazat pe paradigma tradițională de predare. Cu toate acestea, deși într-un grad relativ mic, utilizarea TIC permite avansarea paradigmei de învățare inovatoare. Printre aplicațiile TIC cele mai utilizate se pot identifica două activități clasificate ca aparținând abordării tradiționale de predare: 1) prezentarea informațiilor, demonstrații și instrucțiuni de lucru în clasă (29,4%); și 2) evaluarea învățării prin testare (25,5%). Totuși, utilizarea TIC se manifestă în învățarea pe tot parcursul sub aspectul activităților abordării mai inovatoare de tipul: consiliere pentru cursanți în activitatea de cercetare (30,6%), organizarea, observarea și supravegherea discuțiilor din clasă, demonstrații și prezentări în cadrul managementului activității elevilor (25,4%). Cele mai frecvente utilizările în rândul profesorilor care integrează TIC în învățarea elevilor lor sunt: căutarea de idei și informații (aproximativ 46%), proiecte cu sarcini scurte (aproximativ 40%) și procesare și analiză de date (aproximativ 36%). Acestea reflectă paradigmele inovatoare de predare și, astfel, se poate concluziona că totuși TIC-ul este utilizat, ceea ce coincide cu valorificarea avantajelor pe care computerul le aduce învățării. Activitățile în care utilizarea TIC este la un nivel redus sunt: experimentele de laborator (15,4%) și activități de explorare pe teren (16,4%). Faptul dat surprinde, deoarece se cunosc avantajele incontestabile ale TIC pentru aceste

activități. Utilizarea TIC în rândul cadrelor didactice se referă în principal la aplicații de formare și practică (aproximativ 20%) și software de birou, cum ar fi procesoare de texte, baze de date, foi de calcul și software de prezentare (aproximativ 20%). A fost raportată o utilizare relativ mică de software pentru simulări, pentru proiectarea modelelor și jocuri digitale educaționale (aproximativ 8%) și a instrumentelor de producție multimedia (9%) [81, p.7].

TIC poate contribui la o revoluție în educație și poate promova fortificarea învățării, doar dacă va exista o schimbare paradigmatică a caracterului predării și va avea loc integrarea educată în învățare și implementare a strategiilor de asimilare adaptate caracterului și culturilor școlii. O condiție elementară suplimentară este de a poziționa profesorul în rolul de lider al schimbării educaționale [66]. Proiectul, denumit 3D LAB în cooperare cu Grecia, Australia, Slovenia, sprijină procesul de predare- învățare a biologiei și se concentrează pe dezvoltarea cursurilor de învățare electronică (e-learning) cu privire la subiectele: corpul uman, în special creier și ochi, pentru toate vârstele, din gimnaziu și liceu. Proiectul a fost destinat în principal profesorilor de biologie pentru a-i familiariza cu avantajele TIC și a le integra în actul lor de predare, precum și pentru elevi și elevi în scopul utilizării metodelor bazate pe TIC la orele de biologie. Obiectivele principale ale acestui proiect sunt: dezvoltarea unui nou model de aplicare cu succes a e-learning-ului; implementarea simulărilor computerizate 3D și 2D în predarea-învățarea biologiei la toate treptele de învățământ; dezvoltarea unor simulări 3D de ultimă generație și de calitate pentru predarea-învățarea biologiei; precum și pentru examenele TIC. În plus, scopul proiectului a fost evaluarea impactului TIC asupra rezultatelor de învățare ale elevilor și elevilor. Evaluarea generală a proiectului a fost foarte pozitivă în ceea ce privește eficiența și îmbunătățirile remarcate pe latura profesorilor și elevilor [150].

Învățarea colaborativă reprezintă una din cele mai importante competențe ale secolului XXI. Calculatoarele deschid posibilitatea de a crea comunicare online între cursanții care lucrează împreună. Sistemul tehnologic susține organizarea informațiilor, într-un proces interactiv de învățare care permite un nivel mai înalt de coordonare și colaborare între colegi [109]. Pe lângă meritele evidente aduse calității predării-învățării și împărtășirea cu elevii a abilităților și limitărilor fiecăruia, învățarea colaborativă nu a devenit încă populară, iată de ce unul dintre obiectivele principale ale curriculumului bazat pe TIC este asimilarea acesteia în rutina școlară. Învățarea colaborativă se caracterizează prin interacțiunea auto-înițiată a cursanților ca parte activă a procesului de învățare și prin construirea cunoștințelor. Învățarea are loc în timpul construcției cunoștințelor care se bazează, printre altele, pe interacțiunea dintre parteneri în procesul de învățare, precum și între aceștia și profesor, între sursele umane de informații, adică experți în domeniu. În practică, învățarea colaborativă este un element cheie al demersului educațional

constructivist [151]. Cercetări importante cu privire la implementarea instruirii colaborative în studiul biologiei au fost efectuate de S. Orly [133], A. Herschkowitz and Y. Dory [152], care au scos în evidență importanța acestei activități în fortificarea construirii cunoștințelor, în realizarea învățării semnificative, în îmbunătățirea actului de predare-învățare în clasele heterogenice și în încurajarea și dezvoltarea valorilor sociale. De asemenea, un studiu din Nigeria a subliniat importanța integrării instrumentelor TIC pentru instruirea colaborativă prin creșterea nivelului de participare a cursanților. Cercetarea a determinat posibilitatea de utilizare a următoarelor tehnologii în învățarea colaborativă: rețele de socializare (de tipul Facebook, Twitter), realitatea virtuală, e-mail, jocuri online, grupuri de știri, bloguri, micro-bloguri, wiki, chat-uri web, video conferințe, telefonie GSM și WWW. Mai mult, s-a demonstrat că învățarea colaborativă încurajează discuțiile online și înafara școlii, oferă elevilor libertatea și flexibilitatea de a învăța în ritm propriu, de a obține idei de la experți în domeniu din întreaga lume etc. Iar când elevii sunt implicați în găsirea informațiilor sau în rezolvarea problemelor, ei tind să păstreze cunoștințele dobândite pentru o perioadă mai lungă [153].

2.3.2. Instrumente specifice TIC utilizate de elevi pentru învățarea biologiei

Unul dintre obiectivele principale ale predării biologiei este faptul că elevii vor învăța subiectul într-un mod semnificativ, ceea ce este posibil atunci când elevul asociază noile cunoștințe pe care le învață la cunoștințele anterioare [117]. Una din modalitățile de realizare a învățării semnificative este predarea prin diferite mijloace de ilustrare. Animația este considerată un instrument posibil de îmbunătățire și progres al abilităților de învățare semnificativă. Predarea ce încurajează învățarea bazată pe ilustrație este susținută de ilustrarea vizuală (modele, animație, simulări) pentru a clarifica idei sau concepte abstracte. Abilitatea umană de a-și aminti cu ușurință mijloacele vizuale care descriu informații pot contribui esențial la procesul de învățare. Cu ajutorul imaginilor profesorii și elevii pot reprezenta gânduri, discuta idei și împărtăși cunoștințele cu ceilalți. În scopul susținerii procesului de învățare prin integrarea instrumentelor vizuale, sunt recomandate forme de activități care vor face parte din curriculumul la științe cu implicarea proceselor cognitive de nivel superior, cum ar fi rezolvarea problemelor sau efectuarea experimentelor de laborator [28]. În prezent, profesorilor li se solicită să faciliteze, pentru elevi, nu doar construirea cunoștințelor, ci și însușirea instrumentelor de gestionare a informațiilor. De exemplu: susținerea capacității de a pune întrebări și de a găsi soluții adecvate, căutarea informațiilor, înțelegerea profundă a informațiilor noi, știind cum să critice gradul de relevanță și credibilitate a acesteia, integrarea diferitor resurse, formularea concluziilor, argumentarea revendicărilor bine motivate și multe altele necesită abilități complexe de învățare. Astfel, pentru

ca școala să fie relevantă pentru societatea secolului XXI, este esențială acordarea unei atenții considerabile dezvoltării gândirii elevilor [154].

Animațiile permit ilustrarea principiilor biologice fără ca elevii să fie nevoiți să memoreze concepte. De exemplu, la lecțiile despre informațiile ereditare, conținutul relatat de profesor a fost asistat de animație. Acesta a prezentat elevilor un experiment susținut de cercetătorii biologi, un test care a examinat funcția nucleului celular. Elevii au fost rugați să urmeze animația și să completeze o fișă de totalizare [28].



Fig. 2.5. Exemplu de instrument de animație cu privire la informațiile ereditare

Una din cercetările cu privire la studierea biologiei a examinat înțelegerea proceselor biotehnologice prin utilizarea animației versus înțelegerea acestora cu ajutorul imaginilor. S-a constatat că există un avantaj semnificativ pentru animații în contextul procesului de înțelegere: elevii care au învățat cu ajutorul imaginilor au întâlnit dificultăți de înțelegere a etapelor procesului, aceste dificultăți, însă nu au fost demonstrate de cei ce au învățat prin intermediul animațiilor [155]. Cercetătorii susțin că elevii activează gândirea critică în procesul de căutare a animației adecvate pentru un subiect, de exemplu, nucleul celulei și producția proteinelor, precum și în procesul de învățare din animații, ceea ce înseamnă că predarea nu se realizează doar prin vizualizarea animației, dar și prin evaluarea acesteia. Predarea cu ajutorul animațiilor ilustrează subiectul abstract și îl transformă într-un subiect mai fezabil. Pe lângă faptul că, conform teoriei constructive, are loc implicarea elevilor înșiși în procesul de învățare, aceasta îi determină să fie mai interesați de materialul studiat și contribuie la progresul construcției de cunoștințe și la învățarea semnificativă.

Potrivit lui H. Abdullahi [156], utilizarea de către elevi a TIC în laboratorul științific al școlii este foarte semnificativă, unul dintre lucrurile majore este progresul calităților cognitive ale elevilor prin implicarea proceselor cognitive de nivel superior, soluționarea problemelor,

îmbunătățirea abilităților de comunicare și înțelegerea profundă a instrumentelor educaționale și a relațiilor lor cu învățarea.

Curriculumul național la științe include mai multe modalități și metode de utilizare a TIC de către elevi și de studiere a subiectelor științifice, cum ar fi: utilizarea unui software de gestionare a datelor cu scopul de a analiza rezultatele lucrărilor de teren; utilizarea unui software de simulare pentru eșantionarea schimbărilor în populațiile de bacterii în diferite condiții; utilizarea senzorilor pentru înregistrarea factorilor care afectează fotosinteza; căutarea în baza de date a informațiilor despre caracteristicile materialului; folosirea internetului pentru a găsi informații actualizate despre subiecte de mediu; folosirea de video sau CD pentru studierea sistemului solar; folosirea foilor de calcul pentru înregistrarea, analiza și evaluarea informațiilor despre dietă; utilizarea unui senzor pentru verificarea schimbărilor de temperatură ce au loc la răcirea a două lichide; determinarea de către elevi a punctului de fierbere al aerului (aerului lichid) într-o carte sau într-o bază de date etc. Accesibilitatea mijloacelor media crește diversitatea situațiilor dinamice pentru elevi. Un exemplu clasic de utilizare a multimedia în predarea științelor, este prezentarea unui grafic static al ECG, care afișează o monitorizare dinamică a ritmului cardiac și a sunetelor cronometrate ale inimii. V. Oldham [149], împarte domeniile de utilizare a TIC menționate mai sus în patru mari categorii:

- **Cercetare și explorare:** de exemplu, cercetare despre știință și oameni de știință (internet, e-mail, baza de date de pe CD-uri, conferințe video).
- **Colectarea datelor**, manipularea și interpretarea / analiza datelor (înregistrarea datelor, utilizarea de programe precum Excel și înțelegerea foilor de calcul și a graficelor).
- **Asistență pentru înțelegerea / explicarea conceptelor**, în special simularea conceptelor și proceselor abstracte (folosind modele, simulări, jocuri, video digital și multimedia).
- **Prezentarea** rezultatelor și înțelegerea, adică transmiterea de idei (folosind software de prezentare, cum ar fi: Power Point, Digital Video, promovarea pe ecran, publicitatea pe Internet).

2.3.3. Evaluarea prin intermediul TIC a cunoștințelor la biologie

Alături de predare și învățare, este esențială actualizarea procesului de evaluare și integrarea metodelor alternative de evaluare în managementul învățării. Evaluarea alternativă este un proces partajat între profesor și elevi. Evaluarea însoțește un proiect studiat sau o unitate de predare construită cu transparență totală pentru elevi și, uneori, prin dialog cu aceștia. Rezultatul evaluării constă în înțelegerea deplină a ceea ce i se cere elevului și responsabilitatea crescută a acestuia pentru îndeplinirea obiectivelor stabilite. Acest tip de evaluare este potrivit pentru clasele

eterogene și permite profesorului și elevilor să decidă asupra instrumentelor de evaluare adecvate conținutului și particularităților fiecărui elev [158].

Conform abordării tradiționale, evaluarea constă în aprecierea abilităților de memorare ale elevului, iar scopul acesteia este de a diagnostica elevii cu privire la capacitatea lor de a memora și de a-și aminti [159]. Cercetările moderne menționează că este necesară reinventarea metodelor de examinare sau, altfel, acestea vor deveni irelevante, atât pentru conținutul învățării, cât și pentru metodele moderne de învățare. Prin urmare, sistemul de învățământ, școala, comunitatea, părinții și elevii ar trebui să fie deschiși, dar și critici, pentru integrarea inteligentă a evaluării alternative. Caracteristicile evaluării alternative coincid cu cele ale epocii post-moderne: este comprehensivă, multidimensională, validă, generalizatoare, egalizatoare și sensibilă la diferențele individuale ale elevilor. Cu ajutorul acesteia, este posibilă furnizarea informațiilor relevante și calitative despre realizările elevilor. Evaluarea alternativă are o influență pozitivă asupra elevilor, prin urmare, profesorii vor avea tendința mult mai mare de a o valorifica și de a o implementa ca o completare demnă a actului lor didactic [160].

Potrivit lui A. Herschkowitz [159], astăzi există două abordări importante ce îmbină diferite concepte cu privire la evaluare:

1. *Abordare cantitativă*, conform căreia evaluarea este percepută ca o „evaluare a învățării”. Scopul acesteia constă în elaborarea unei concluzii sau a unui raport privind nivelul rezultatelor elevilor, de obicei o evaluare numerică.
2. *Abordare calitativă*, conform căreia evaluarea este percepută drept „evaluare pentru învățare”, iar scopul ei constă în furnizarea unui feedback detaliat cursantului în scopul progresării învățării și predării și prevenirea greșelilor constante.

Abordarea care integrează „evaluarea învățării” cu „evaluarea pentru învățare” este populară astăzi și este discutată în literatura de specialitate ca evaluare educațională. Deoarece nu există învățare fără evaluare, în scopul unei învățări eficiente, evaluarea trebuie făcută pe tot parcursul procesului instructiv-educativ și doar atunci când învățarea se finalizează. Această evaluare poate fi făcută la diferite etape ale procesului de predare-învățare [159].

Tipurile de cunoștințe care pot fi evaluate în studiul științelor sunt:

1. *cunoștințe declarative* - detaliate în curriculum ca repere esențiale ale principalelor subiecte de studiu. Exemple de cunoștințe declarative pot fi: regulile de punctuație, regulile de joc, bacteriile etc.;
2. *cunoștințe procedurale* - cunoașterea procedurilor utilizate pentru soluționarea problemelor într-un anumit domeniu. Cunoștințele procedurale sunt detaliate în capitolul competențe din curriculum;

3. *cunoștințe contextuale* - se referă la situațiile sau la circumstanțele în care se utilizează cunoștințele declarative și procedurale. Acestea sunt detaliate în tabelele de contexte ale principalelor subiecte ale curriculumului [49].

Trăim într-o lume în permanentă schimbare, în care volumul informațiilor crește rapid și puterea tehnologiei crește constant. Prin urmare, este indispensabil ca studiul științelor în școală să-l pregătească pe elev să trăiască în această lume. Faptul dat obligă utilizarea diferitor strategii de predare și evaluare care ar trebui să se reflecte în schimbările esențiale ale curriculum-urilor adaptate. Aceste schimbări sunt:

1. Relevanța studiului științelor pentru viața cursantului trebuie reflectată pe parcursul întregului proces de învățare, precum și în procesul de evaluare. Acesta ar trebui să ofere răspunsuri la întrebări precum: Poate elevul să utilizeze cunoștințele științifice pentru a explica fenomenele de zi cu zi? Poate elevul să ofere exemple specifice din viața zilnică pentru un anumit concept științific?

2. Procesul de învățare ar trebui să fie axat mai degrabă pe înțelegerea ideilor principale, decât pe detalii specifice ale cunoștințelor sau pe tehnici de rezolvare a exercițiilor. Ideile centrale care trebuie incluse în predarea științelor constituie nucleul cunoștințelor științifice ale curriculumului. De exemplu, principiul înțelegerii în biologie că procesul de fotosinteză este responsabil pentru construirea unei mase de copaci și plante, este mai important decât capacitatea de a formula etapele luminii și etapele întunericului în acest proces.

3. Dezvoltarea competențelor nu se poate face prin învățare pasivă. Elevul trebuie să experimenteze practic în căutarea informațiilor, citirea unui articol sau lucrul la un proiect. Pe lângă evaluarea înțelegerii ideilor principale, ar trebui inclusă și o evaluare a competențelor elevului. Evaluarea întregului proces de învățare și nu doar a produselor acestuia și utilizarea instrumentelor sigure de evaluare va oferi o imagine completă asupra abilităților de gândire ale elevului [146].

Modalitățile de utilizare a TIC în evaluare ar putea fi următoarele:

Testul cu alegeri multiple sau testul deschis din Google Docs: studiile în acest domeniu au remarcat eficacitatea acestui instrument în ceea ce privește: dezvoltarea abilităților de cercetare; perceperea biologiei ca o știință empirică cantitativă; creșterea capacităților cognitive ale elevului; diversificarea și interesul adăugat la lecții în ceea ce privește conținutul profesorilor și al elevilor; dezvoltarea competențelor legate de „cultura digitală” a elevului; managementul informațiilor și utilizarea semnificativă a computerului pentru învățare în general și pentru științe în special; formarea și dezvoltarea unui elev independent; inițierea discuțiilor între elevi. Testul bazat pe TIC

este un exemplu de utilizare a mijloacelor tehnologice moderne pentru a îmbunătăți evaluarea rezultatelor examinate.

Învățarea bazată pe proiecte (ÎBP - Project-Based Learning PBL) susține dezvoltarea abilităților necesare în era științifică. Aceasta solicită elevilor utilizarea TIC în scopuri de cercetare și dezvoltare a unui produs comun. Astfel profesorii trebuie să se confrunte cu inovarea tehnologico-pedagogică și să facă față predării bazate pe proiecte și modalităților alternative de evaluare [162]. Prin intermediul ÎBP, elevii dobândesc competențe relevante pentru secolul XXI, inclusiv capacitatea de a lucra în echipă, abilități de a gestiona informațiile și de a dobândi cunoștințe, de a aplica procese de cercetare, de a realiza produse la un nivel înalt, de a dobândi o înțelegere profundă a cunoștințelor academice și dominarea abilităților de învățare, formarea deprinderilor de lansare de idei (brainstorming), localizarea și procesarea informațiilor și capacitatea de a-și prezenta ideile în fața publicului - prezentare (în fața publicului), în care descrie produsul, îl poate proteja și răspunde la replică, ceea ce înseamnă oglindirea procesului de învățare [163].

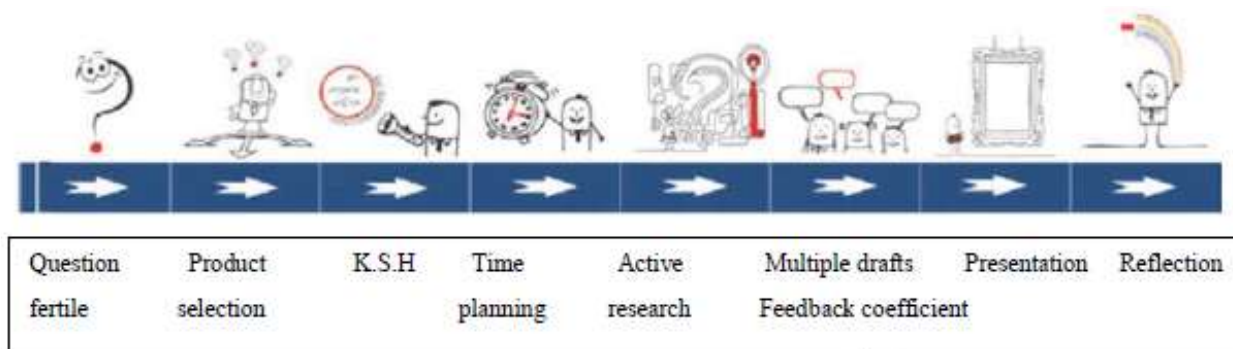


Fig. 2.7. Punctele de reper ale Învățării bazate pe proiecte [166]

Evaluarea în cadrul ÎBP nu se adresează numai produselor procesului de învățare, ci și procesului de învățare ca atare. În acest proces, există etape cronologice și procese transversale care au loc pe tot parcursul proiectului și sunt însoțite de prezentarea a numeroase schițe, reflecții și feedback. Toate acestea ar trebui exprimate în evaluarea generală a proiectului. În fiecare etapă a procesului se va face referire la trei elemente de evaluare: cunoștințe, competențe și obiceiuri (C.C.O - Knowledge, Skills and Habits (K.S.H)). În ceea ce privește integrarea TIC în proiect, evaluarea se va face în raport cu abilitățile legate de procesul de învățare: abilități de comunicare scrisă (în diferite tipuri), comunicare orală (în fața unui public), comunicare online, comunicare neverbală; abilități de utilizare a diverselor instrumente tehnologice pentru a reprezenta informații: utilizarea avansată a software-ului precum Word, Excel, prezentări, filme, bloguri și diverse site-uri personale; abilități de colectare și prelucrare a datelor: regăsirea, organizarea, analiza,

evaluarea surselor de informații, prelucrarea digitală a informațiilor (procesare de filme, procesare grafică, prelucrare numerică) [116], [165].

Portofoliu digital: implementarea portofoliului în educație a evoluat pe fundalul creșterii numărului metodelor alternative de evaluare. În general, portofoliul este definit ca „o colecție intenționată de lucrări (în proces de lucru sau finalizate) ale elevului, în care acesta prezintă eforturile, progresul și realizările lui în mai multe domenii [166].

Utilizarea instrumentelor TIC pentru portofoliu digital se datorează influenței tehnologiei Web 2.0 care a sporit implicarea elevilor în procesul de evaluare și în colectarea informațiilor [168]. Acest instrument poate fi utilizat pentru colectarea și partajarea lucrărilor. Elevii învață să adune informații și să construiască cunoștințe, să le organizeze în portofoliu cu ajutorul instrumente TIC precum EverNote. Printre instrumentele TIC de creare a unui portofoliu digital pentru elevi, Goggle Sites și Workspaces pot ajuta la gestionarea proiectelor elevilor și a lucrărilor acestora pe Internet, permit crearea unui site web pentru distribuirea lucrărilor și proiectelor. Un instrument TIC nou și eficient pentru gestionarea portofoliului digital pentru elevi, sau elevii viitori profesori, se numește Dropr.com - o platformă pentru crearea portofoliului. Acesta permite crearea unui portofoliu format dintr-un număr mare de pagini, iar fiecare pagină primește un link al său. Produsul poate fi partajat în rețele online sau integrat într-un site web / blog [170]. Goggle tools și Moodle permit utilizarea unor instrumente digitale suplimentare: Smore, Onenote, Thinglink, Spiderscrub, Blubbr [171]. Principalele obiective ale utilizării portofoliului în studiul științelor sunt: dezvoltarea înțelegerii și aprecierii caracterului științific, capacitatea de a evalua critic știrile despre știință din mass-media și de a comunica pe subiecte științifice care vor contribui la dezvoltarea cunoștințelor științifice [172]. Portofoliul digital permite un discurs optim într-un mediu digital între profesor și elev, oferă accesibilitate optimă la materialele studiate și folosește instrumente de cooperare digitală [171].

Alte modalități de evaluare alternativă bazate pe TIC pot fi *prezentările*: un grup de elevi abordează un subiect dat, realizând în termen prezentări, plasate pe forumul clasei. După expunerea prezentărilor, elevii vor efectua o reflecție cu privire la calitatea acestora și vor puncta aspectele ce necesită îmbunătățire pe viitor. Un exemplu de evaluare alternativă cu ajutorul prezentării este ilustrat în anexa 6.

În plus, *simulările* pot fi utilizate ca o modalitate alternativă de evaluare: elevii construiesc scripturi în grup care imită realitatea din diferite domenii [173].

2.4. Metodologia de implementare a modelului pedagogic elaborat

Destinația modelului pedagogic elaborat este să promoveze pedagogia inovativă în școli, încurajând profesorii de biologie să facă o integrare profesionistă a conținutului, instrumentelor și

mediului digital în procesul de predare-învățare-evaluare și, astfel, să îmbunătățească actul pedagogic educațional. În zilele noastre nu mai este posibil să existe un sistem educațional modern care să nu integreze tehnologiile în învățare și predare. Această integrare necesită operaționalizarea unui sistem extins de considerații profund gândite, fără de care asimilarea ar putea eșua. Procesul de asimilare a oricărei schimbări în școli va fi substanțial, doar ca urmare a planificării activităților specifice de implementare a schimbării în sălile de clasă. Acest tip de planificare ar trebui să includă atât procesele de control, cât și evaluarea asimilării, adresându-se în același timp tuturor subiecților schimbării: managerilor, profesorilor și promotorilor schimbării. O cultură școlară care încurajează schimbările, inovațiile pedagogice și munca în echipă poate constitui un teren fertil pentru procesul de implementare a schimbărilor.

Procesul de implementare a unui program de intervenție pentru integrarea TIC la lecțiile de biologie a fost realizat cu colaborarea deplină a profesorilor, deoarece, atunci când profesorii sunt implicați pe deplin în acest proces, ei pot face față cu succes provocării schimbării și pot evolua profesional. Pentru ca acest tip de implicare să fie posibil, profesorii și elevii trebuie să fie înconjurați de un mediu educațional și sistem școlar adecvat. Dobândirea de cunoștințe pedagogice-tehnologice inovatoare necesită o intervenție sistematică, precum și o planificare detaliată a activităților de formare a profesorilor în funcție de nevoile școlii. Predarea într-un mediu bazat pe TIC solicită profesorului utilizarea tehnologiilor moderne pentru necesitățile sale profesionale și să le implementeze în viața de zi cu zi a clasei. Pentru ca profesorii să dobândească noile cunoștințe și să asimileze în mod semnificativ TIC, este necesară o pregătire adecvată, bazându-se pe leadership-ul local al cadrelor didactice, care face parte din factorii de decizie cu privire la natura asimilării schimbării și sprijinul echipei de conducere [26].

Pentru ca asimilarea și aplicarea modelului pedagogic de integrare a TIC la lecțiile de biologie din clasa a IX-a în școală să fie semnificative, s-a intervenit pe două niveluri:

1. La nivelul cadrelor didactice profesioniste de biologie: trei profesori de biologie care predau în clasele a IX-a au participat la experiment și la programul experimental. Pe parcursul procesului au fost organizate ședințe de orientare.

2. La nivelul elevilor: elevii au fost familiarizați cu metode și modalități de integrare a TIC în învățarea biologiei și cu sarcini bazate pe TIC.

2.4.1. Programul de intervenție experimentală la nivelul profesorilor

De-a lungul întregului program de intervenție experimentală s-au organizat întâlniri cu profesorii, care au inclus: introducere, expunere, direcționare și îndrumare pentru integrarea instrumentelor TIC în predarea biologiei (tabelul 2.2). *Există un decalaj între potențialul educațional pe care îl are integrarea TIC în predare și implementarea practică în școli.* Utilizarea

principală a TIC în școli se bazează pe navigarea pe site-uri, colectarea informațiilor și prelucrarea lor abstractă. Atunci când TIC sunt implementate pe baza unui raționament socio-constructivist pedagogic, profesorul poate să proiecteze activități care să sprijine învățarea independentă și să ofere elevului posibilitatea de a experimenta în elaborarea de produse bogate, precum și de a dobândi competențe cognitive de nivel superior. Pentru ca profesorii să beneficieze de integrarea TIC în actul lor de predare, ar trebui să integreze tehnologiile la lecție și în agenda școlară, în raport cu curriculumul și în conformitate cu politica școlii. Prin urmare, la început a fost extrem de important confruntarea profesorilor cu beneficiile și utilitatea integrării TIC pentru a obține o cooperare maximă în procesul experimental.

Tabelul 2.2. Subiectele programului de intervenție la nivelul profesorilor

Nr.	Subiectele	Detalii despre subiecte, cu referire la dimensiunea pedagogică și tehnologică
1.	Introducere	- Obținerea sprijinului directorului; - Prezentarea profesorilor și a claselor participante la cercetare; - Prezentarea temei cercetării, a scopului și destinației și a modului de cooperare între profesori și autorul acestei cercetări (Anexa 2); - Identificarea doleanțelor cadrelor didactice și a constrângerilor actuale ale școlii; a opiniei profesorilor cu privire la acest subiect și experiența lor anterioară cu privire la tehnologiile informațiile și integrarea TIC; - Semnarea de către profesori a acordului de a participa la cercetare în numele cercetătorului științific principal (Anexa 3); - Verificarea accesibilității și disponibilității calculatoarelor din școală.
2.	Demonstrare	- Ghidarea în dobândirea abilităților de lucru cu tehnologiile. Experimentarea activităților active și colaborative bazate pe TIC într-un mediu favorabil. - Evaluarea activităților TIC existente. - Obținerea permisiunii de acces la conținutul digital de la furnizorii de conținut digital și medii TIC și expedierea unui nume de utilizator și a unei parole pentru profesori. - Demonstrarea prin activități online a utilizării site-urilor web și unităților de conținut achiziționate: CET: Centre for Educational Technology – <i>Brainpop</i> http://sites.education.gov.il/cloud/home/Digital_Content/Pages/knisa_meuvtachat.aspx - Oferirea de instrucțiuni pentru deschiderea unei cont pe Google Classroom, în cooperare cu coordonatorul TI: fiecare cadru didactic va crea un cont pe Google Classroom, va copia codul clasei de pe site, va deschide un document în Google Docs și va distribui datele de acces elevilor. După ședința de demonstrare, cadrele didactice vor instrui elevii cum să se înregistreze la curs și să-și desfășoare activitatea. Postarea videoclip-urilor de orientare pe site. Lista videoclip-urilor cu instrucțiuni detaliate pe etape de deschidere a unui cont pe Google Classroom: Tutorial Video - Opening a classroom in Google Tutorial Video - Copy a class code to the class site. Tutorial video - assigning a task to students. Tutorial video - Entering students into a class and performing a task.

3.	Metode de predare pentru profesori	- Experiența inițială a cadrelor didactice în elaborarea activităților și sarcinilor pentru elevi prin intermediul formularelor Google. - Experimentarea în livrarea sarcinilor de biologie bazate pe TIC prin intermediul ghiozdanului digital către elevii din gimnaziu, clasele a IX-a http://ar.ebag.cet.ac.il/ - Expunerea - experimentarea profesorilor în elaborarea jocurilor educaționale și a testelor de cunoștințe prin intermediul instrumentelor online pentru profesori, care includ jocuri educaționale și activități online http://urilon.wixsite.com/new-argaz/fun-trivia
4.	Metode de învățare pentru elevi	- Prezentarea colecției de activități organizate pe site-ul web al Direcției Tehnologiilor Informaționale a Ministerului Educației, care acoperă toate abilitățile informaționale și de lucru la calculator cerute de alfabetizarea în domeniul informației și calculatoarelor pentru școala primară și gimnaziu: http://online.lms.education.gov.il/course/index.php?categoryid=54 - Instruirea cadrelor didactice în ceea ce privește orientarea elevilor către un subiect din curriculum în scopul elaborării unei prezentări; elevii furnizează fișierele cu informațiile elaborate la subiectul studiat și le prezintă în perechi sau în trei în fața întregii clase. De exemplu: familiarizați-vă cu ingredientele alimentare, ați construit un fișier și ați introdus datele în el, dar ce înseamnă toate acestea? Care este fiecare ingredient? Explorați subiectul online.
5.	Metode de Evaluare	- Evaluarea alternativă: investigarea cunoștințelor relevante, elevii își documentează progresul și raportează profesorului prin diferite mijloace, cum ar fi: culegere, agenda de lucru, rapoarte de reflecție. - Elevii prezintă rezultatele învățării și discută despre procesul de realizare a acesteia. - Două teste și sarcini bazate pe TIC (Anexa 4).
6.	Feedback, concluzii și reflecție	- Ședința finală cu profesorii, pentru reflecție și feedback despre activitatea realizată în decursul anului și influența acesteia asupra predării, învățării și evaluării la lecțiile de biologie. - Identificarea dificultăților întâmpinate pe parcursul anului (din punct de vedere tehnic, sau de livrare a materialului de studiu). - Comentarii și sugestii din partea profesorilor pentru îmbunătățirea procesului.

La etapa de demonstrare au fost selectate și prezentate subiectele din curriculumul național la biologie pe care se va axa experimentul pedagogic (tabelul 2.3).

Tabelul 2.3. Subiectele selectate din curriculumul la biologie

Subiectul principal	Numărul de ore	Sucesiunea învățării la biologie
Sisteme și procese în organismele celulare vii	6 ore	Nevoile de existență a ființelor vii, caracteristicile vieții; Celula: Structura și funcțiile acesteia.
Alimentația	4 ore	Hrănirea plantelor: procesul de fotosinteză; Hrănire auto-cosmetică, Îngrășămintele minerale.
	5 ore	Alimentația la om și la animale: hrănirea hetero tropicală; Importanța digestiei; Componentele sistemului digestiv uman; Reglarea sistemului digestiv uman la buna lui funcționare.
Genetica	20 ore	Materialul genetic: niveluri organizaționale; Structura și organizarea materialului genetic - ADN; funcția ereditară a ADN-ului;

		Modificări ale materialului ereditar (mutații) și efectele acestora asupra individului și asupra biodiversității; Evitarea deteriorării ADN-ului; Principiile eredității; Diversitate genetică; Ereditate și mediu; Intervenția umană în procesul moștenirii.
--	--	---

2.4.2. Programul de intervenție experimentală la nivelul elevilor: metode și modalități de integrare TIC în învățarea Biologiei și sarcini bazate pe TIC

Implementarea experimentului în cadrul orelor cu clasa de elevi s-a realizat prin intermediul profesorilor care au primit îndrumări de la cercetător și coordonatorul TIC cu privire la modalitățile de integrare a TIC în clasă, pe lângă cunoștințele personale pe care fiecare profesor le-a avut în domeniu.

În grupul experimental, elevii participanți au utilizat TIC atât în activitatea școlară, cât și în cea extrașcolară, precum: căutarea de articole pe web și vizionarea de filme care i-au ajutat să își rezolve sarcinile, lecții practice închise. În plus, au folosit și aplicații ale TIC mai avansate, cum ar fi: cercetarea unui subiect la biologie și pregătirea prezentărilor ce includeau tabele și grafice și prezentarea datelor tuturor colegilor; elaborarea unui joc de învățare de finalizare prin intermediul șabloanelor pentru activități online; adițional la conexiunea online cu profesorii după lecții (trimiterea de e-mailuri, autentificarea pe baza TIC pentru sarcinile de acasă, forumul de discuții și ghiozdanul digital etc.). Instrumentele TIC au fost adaptate la subiectele de biologie selectate, conform curriculum-ului, pe toată perioada experimentului, din septembrie 2017 până în mai 2018. Profesorii le-au oferit elevilor sarcini de căutare a surselor online, de corespondență prin e-mail, de prezentare a rapoartelor tipărite, finalizarea și prezentarea sarcinilor cu ajutorul instrumentelor digitale (tabelul 2.4).

Tabelul 2.4. Programul conceput pentru integrarea TIC în activitatea elevilor

No.	Subiecte din biologie	Metode bazate pe ICT
1.	<i>Nevoile de existență a ființelor vii, caracteristicile vieții; Celula ca unitate de bază de structură și funcționare</i>	1. Vizualizarea videoclipului <i>Introducere în caracteristicile vieții</i>: elevii sunt rugați să facă rezumat pe baza filmului cu privire la caracteristicile viețuitoarelor. https://www.youtube.com/watch?v=juxLuosH6M&feature=youtu.be 2. Elevii sunt împărțiți în grupuri și fiecare grup pregătește o prezentare la subiectul: <i>Nevoile de existența a ființelor vii și caracteristicile vieții</i> și o prezintă clasei după lecție. 3. Elevii vor primi o sarcină TIC cu privire la concentrația glucozei în sânge: sarcina se va deschide într-o fereastră nouă, această activitate va dura aproximativ un minut: https://tdigital.lms.education.gov.il/mod/scorm/player.php?a=230&currentorg=Lnet&scoid=437&sesskey=tZ7dUSQJfe&display=popup&mode=normal Elevii vor deschide animația - clic pe butonul Start și vor răspunde la cele opt întrebări. La sfârșitul sarcinii, vor face clic pe butonul <i>Trimiteți</i>, vor închide fereastra de lucru și se vor deconecta.

2.	<i>Celula: structură și funcție; Nivel de organizare</i>	1. Filmul - <i>Călătorie în celulă</i>: care prezintă cele mai importante părți ale corpului: celulele, se va prezenta elevilor. Ei vor afla ce sunt celulele, cât de mici sunt, cum și unde trăiesc. Ei vor cunoaște părțile și structura unei celule tipice, cum ar fi: peretele celular, nucleul și mitocondriile. Vor descoperi diferitele funcții pe care le poate îndeplini o celulă și diversele forme ale celulei. În plus, elevii vor vedea cum celulele se împart și se înmulțesc pentru a ajuta la creștere. Celulele sunt artisanale absolut minuscule! https://www.youtube.com/watch?v=WZdaVrsh7WQ După vizionarea videoclipului, elevii răspund la întrebările video care însoțesc filmul. 2. Se va realiza activitatea interactivă din ghiozdanul digital de pe site-ul <i>Ofek Elementary: Mergeți într-o călătorie printre componentele ierarhiei biologice</i>. Elevii vor alege unul dintre ecosisteme și vor naviga printre diferitele niveluri de organizare pe care le include. http://lo.cet.ac.il/player/?document=20247bc1-e2fd-433f-a1fd-4c2092da9e38&language=ar&sitekey=ar.ebag# Elevii ar trebui să citească o informație despre ce este ierarhia biologică și să răspundă la întrebările legate de subiect, cu examinarea independentă a fiecărei întrebări. 3. Se va realiza activitatea la microscop: utilizând microscopul digital, elevii vor dobândi abilitatea de a utiliza un microscop și de a examina diferite tipuri de celule și procese din celulă: de la nucleu la acumulările de celule și de la bacterii la colonii și multe altele. http://apps.assets.cet.ac.il/library/science/microscope/he/index.-77575834666333.htm
3.	<i>Hrănirea plantelor: procesul de fotosinteză</i>	Profesorii expediază elevilor următoarele sarcini: 1. Activitate interactivă pentru toți elevii: descrierea și verificarea prin experiment a efectului intensității luminii și a concentrației de dioxid de carbon asupra ratei de fotosinteză. http://lo.cet.ac.il/player/?document=772266ae-8a0c-402e-a299- Elevilor li se cere să scrie un raport detaliat despre acest proces. 2. Activitatea se referă la procesul de respirație și de fotosinteză: activați simularea, observați schimbul de gaze în respirație și fotosinteză la plante ziua și noaptea și vedeți cum aceste procese se completează reciproc. http://lo.cet.ac.il/player/?document=3806e95d-1887-448e-b41f- Elevii sunt rugați să vizualizeze simularea și apoi să răspundă la întrebările însoțitoare care examinează înțelegerea subiectului. 3. Sarcină pentru elevi despre fotosinteză și respirație (Anexa 5, Sarcina 3): a) Elevii sunt rugați să acceseze site-ul Centrului de Tehnologii Educaționale (CET) la subiectul fotosinteză și respirație, să rezolve exercițiile și să răspundă la întrebările din sarcini. http://science.cet.ac.il/science/energy/energy3.asp b) Accesarea subiectului cu privire la fotosinteză și lumină și răspunsul la întrebările din partea a doua a sarcinii. http://science.cet.ac.il/science/energy/energy1.asp
4.	<i>Alimentația umană: importanța digestiei; Componentele sistemului digestiv uman; Reglarea sistemului digestiv uman la</i>	1 Activitate pentru elevi: în această unitate elevul va face cunoștință cu funcțiile sistemului digestiv și a tuturor componentelor sale. Ei vor verifica cu ajutorul simulării ce se întâmplă la orice etapă a digestiei. http://lo.cet.ac.il/player/?document=4ee9a9c7-3ccc-486f-8e1c-c7b8161dae0d&language=ar&sitekey=ar.ebag# Elevii sunt rugați să răspundă la întrebările ce urmează după simulare: a. Cum funcționează sistemul digestiv?; b. Ce se întâmplă cu mâncarea care trece prin acesta? c. (Ordonarea datelor în tabele) Ce părți ale sistemului digestiv descompun grupurile alimentare? și prezintă răspunsurile la clasă.

	<i>buna lui funcționare.</i>	2. Activitate interactivă și întrebări despre materialele și energia din celulele corpului: în această simulare, elevii pot examina modul în care sistemele digestive, respiratorii și sanguine funcționează împreună, permițând furnizarea de oxigen și glucoză celulelor corpului și se pot convinge despre existența procesului de respirație celulară, care oferă energie pentru activitatea celulelor. http://lo.cet.ac.il/player/?document=6b4fd43b-64ee-4b2b-af5c-d7db0531a6be&language=ar&sitekey=ar.ebag# Elevii sunt rugați să activeze simularea, să parcurgă fiecare etapă și să răspundă la întrebări. 3. Sarcina <i>Marea Cercetare a Alimentelor</i> (Anexa 5, Sarcina 1): familiarizarea cu ingredientele alimentare. Elevii au creat un fișier și au introdus datele, dar ce înseamnă toate acestea? Ce reprezintă fiecare componentă? Explorarea subiectului de pe internet. Clasa va fi împărțită în echipe. Fiecare echipă va primi un fel diferit de aliment, obișnuit pentru Israel, și i se va cere să compare compoziția nutrițională a aceluiași aliment, de la diferiți producători. Elevii vor colecta date despre compoziția nutrițională a alimentelor. Fiecare grup va studia ingredientele alimentare indicate în tabelul de pe etichetă, va prelucra și sorta datele într-o foaie de calcul tabelar, va evalua produsele și va prezenta concluziile și recomandările colegilor. 4. Sarcina <i>Nutriție Vegetariană</i> (Anexa 5, Sarcina 2): elevilor li se cere să deschidă articolul „Dieta vegetariană este mai sănătoasă decât consumul de carne?” sau să caute online aliator, să răspundă la întrebări și să trimită răspunsurile prin e-mail profesorului.
5.	<i>Materialul genetic (genomul): niveluri organizaționale; Structura și organizarea materialului genetic - ADN; Funcția ADN ca material ereditar</i>	1. În această simulare, elevii descoperă diferitele niveluri de organizare ale corpului nostru: pătrund virtual în corp, în celulă și în nucleu, pas cu pas, până când ajung la cromozomi și ADN. http://lo.cet.ac.il/player/?document=7edafcdc-ef8c-46a8-af74-42d04e606cf8&language=ar&sitekey=ar.ebag# a) Elevilor li se cere să parcurgă toate etapele diferite de organizare, fiecare nivel cel include pe nivelul care urmează, de la corpul uman la cromozomii din celulă și ADN și să facă rezumatul tuturor nivelurilor de organizare într-un fișier Word. b) Elevii răspund la întrebările care însoțesc fiecare simulare. 2. O activitate interactivă la subiect: a) Meioza - diviziune redukțională: o celulă este împărțită în 4 celule de reproducție. Ce se întâmplă cu numărul de cromozomi în acest proces? Lansarea animației și identificarea răspunsului. http://lo.cet.ac.il/player/?document=9185a2b6-c387-4df2-9ebb-b570dd888b25&language=ar&sitekey=ar.ebag# b) Mitoza: Rularea pas cu pas a simulării și examinarea modului în care o celulă este împărțită în două celule, iar la sfârșitul diviziunii fiecare dintre ele conține același număr de cromozomi ca și celula inițială. http://lo.cet.ac.il/player/?document=d86426cf-f961-4a90-8011-356c8006366e&language=ar&sitekey=ar.ebag# Elevii sunt rugați apoi să vizioneze filmul și să compare distribuția reducerii (meioza) cu mitoza. https://www.youtube.com/watch?v=JzrxCkc-CBw
6.	<i>Principiile moștenirii și legile mendeliene</i>	1. Activitatea <i>Legile lui Mendel</i> (Anexa 5, Sarcina 4): elevii vor urmări ambele videoclipuri despre experimentul lui Mendel și vor răspunde la întrebările propuse în activitate. https://www.youtube.com/watch?v=sTEixbYJ6Ss https://www.youtube.com/watch?v=Q18uV2-xC-Q 2. Sarcini online cu privire la moștenirea unui atribut - relații numerice: în această simulare, elevii vor putea îmbunătăți diverse plante și atinge

		trăsăturile dorite prin hibridizarea exemplarelor cu proprietăți corespunzătoare. http://lo.cet.ac.il/player/?document=4da00bf0-9e8a-4585-993a-3964b5ba9587&language=ar&sitekey=ar.ebag# 3. Activitate online: elevii sunt rugați să realizeze sarcina finală cu privire la subiectul moștenirii și a legilor lui Mendel prin intermediul boxei online de instrumente digitale a profesorului. a. Fiecare pereche de elevi alege un șablon din modelele propuse pe site-ul de învățare online prin intermediul jocului și elaborează un joc final cu întrebări la această temă, apoi prezintă întrebările întregii clase. Activitatea se realizează în perechi. b. Fiecare pereche pregătește întrebările la libera alegere. http://urilon.wixsite.com/new-argaz/fun-trivia 4. Activitatea de evaluare online cu privire la moștenire și genetică: elevii trebuie să acceseze link-ul pentru formularul Google, să răspundă la întrebări și să tasteze „Trimite”. https://docs.google.com/forms/d/1DZydIsztU3wjg-NLn4mq93BVNOBEV3boEf0CZ0M75Q/edit
7.	<i>Modificări ale materialului ereditar (mutații) și efectele acestora asupra individului și asupra biodiversității; intervenția umană în procesul eredității.</i>	1. Activitate interactivă <i>De la o genă la o trăsătură biologică - Culoarea pielii</i>: animația prezintă relația dintre o genă și o trăsătură biologică, modul în care o anumită genă este codificată într-o proteină, ce se manifestă în culoarea pielii umane. Simularea prezintă fenomenul albinismului care apare atunci când există o mutație a acestei gene. http://lo.cet.ac.il/player/?document=0dbf1d8b-7112-4a54-950a-71f45f8ad75e&language=ar&sitekey=ar.ebag# Elevii sunt invitați să urmărească etapele din simulare și să descrie relația dintre genă și trăsătură biologică, apoi să compare culoarea pielii unui om sănătos cu cea a unui om bolnav de albinism. 2. Activitate cu privire la <i>Sindromul Down</i> (Anexa 5, Sarcina 6): elevii sunt rugați să citească un articol și să urmărească filmul, apoi să răspundă la cinci întrebări de totalizare și să transmită răspunsurile profesorului prin intermediul paginii clasei. http://mawdoo3.com/%D9%85%D8%A7_%D8%A3%D8%B3%D8%A8 3. Activitate cu privire la utilizarea tehnicilor de clonare celulară: elevii vor viziona filmul și vor descrie importanța clonării în descoperirile de cercetare a soluției și tratamentului diferitor boli precum diabetul, Alzheimer și orbirea în cazul persoanelor cu Parkinson. https://www.youtube.com/watch?v=7o2VL1Ajfi8 4. Sarcina de evaluare <i>Alege sexul nou-născutului</i>: elevii ar trebui a. să urmărească filmul <i>Fertilizare in vitro pentru a alege sexul nou-născutului</i> “A boy or a girl? The technology that enables to discover the sex of the fetus” b. să citească secțiunea de informații și să răspundă la întrebări.

Elevii care au participat la cercetare și-au exprimat atitudinea pozitivă față de integrarea TIC la lecțiile de biologie. Ei sunt conștienți de puterea și capacitatea tehnologiei de a contribui semnificativ la mediul de învățare, declarând că integrarea TIC le-a afectat în sens pozitiv progresul în învățare, a contribuit la creșterea motivației de a studia biologia. Elevii au fost entuziasmați și satisfăcuți de jocurile digitale pe care le-au elaborat, iar activitățile de colaborare cu colegii de clasă a influențat pozitiv atitudinea de responsabilitate față de învățare, devenind

parteneri activi în construirea procesului de cunoaștere, punând întrebări interesante și fructuoase și căutând răspunsuri independent.

2.5. Concluzii la Capitolul 2

1. Tehnologiile Informaționale și Comunicaționale au influențat în mare măsură politicile educaționale mondiale, inclusiv cele ale statului Israel, ceea ce a dus la modernizarea curriculumului național ce integrează conținuturi din Științe, Tehnologie și Societate. Curriculumul la biologie, ca parte integrantă a curriculumului general la Științe și Tehnologie, are ca scop implementarea pedagogiei inovative și dezvoltarea la elevi a competențelor specifice secolului XXI: cogniție de nivel superior, munca prin colaborare și gestionarea informațiilor digitale și media. Acest obiectiv este în conformitate cu programul național de adaptare a sistemului de învățământ la secolul XXI, program care implică implementarea TIC în acest domeniu.

2. S-a determinat că implementarea TIC depinde de factorii implicați, așa ca: personalul administrativ și cel didactic; structura și procesele școlare; infrastructura și mediul școlar. Acest lucru are loc în conformitate cu cele cinci modele existente de predare prin intermediul tehnologiei.

3. S-a arătat că aspectele menționate mai sus, constituie componenta *conceptuală* a modelului pedagogic elaborat de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei și care a influențat *metodologia de predare-învățare* aferentă. Această metodologie este una modernă și se bazează pe elementele învățării semnificative, care face parte din pedagogia inovativă și include încurajarea unor astfel de strategii de învățare, ca: învățarea bazată pe probleme, învățarea bazată pe proiecte etc.

4. Celulele centrale ale modelului pedagogic influențează bidirecțional componenta *practică* a acestuia - celulele de ieșire, care detaliază instrumentele TIC implementate în procesele de predare, învățare și evaluare. Componenta practică este diversificată și include instrumente digitale tradiționale (procesarea textului, foile de calcul, prezentarea, căutarea informațiilor pe internet etc.) și instrumente progresive (video, software de simulare, instrumente de evaluare digitală etc.).

5. S-a demonstrat că modelul pedagogic elaborat de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei are următoarele proprietăți: *originalitate*, din perspectiva componentelor sale specifice învățământului secundar la biologie din Israel, politicilor educaționale invocate și a relațiilor stabilite între componentele conceptuale, practice și metodologice; *caracter inovator*, datorită conceptelor educaționale moderne integrate; *adaptabilitate* la alte discipline școlare; *caracter evolutiv*, deschis la actualizare, dictat de schimbările dinamice ale sistemului de învățământ, de supraîncărcarea informațională, de numeroasele dezvoltări tehnologice, dar și de revoluția tehnologiilor informaționale și comunicaționale; *integritate*, datorită conexiunilor stabilite între componentele sale.

3. ARGUMENTAREA EXPERIMENTALĂ A EFICIENȚEI MODELULUI PEDAGOGIC DE INTEGRARE A TEHNOLOGIILOR INFORMAȚIONALE ȘI COMUNICAȚIONALE ÎN PROCESUL DE PREDARE-ÎNVĂȚARE A BIOLOGIEI ȘI A METODOLOGIEI ELABORATE

3.1. Metodologia cercetări

Unul dintre obiectivele principale ale acestei cercetări este *validarea prin experiment pedagogic a eficienței modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*. Prin urmare, a fost înaintată următoarea **ipoteză de cercetare**: prin implementarea modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei în gimnaziu se va produce eficientizarea procesului de predare-învățare la disciplina de studiu, fenomen care se va materializa în creșterea rezultatelor școlare ale elevilor la biologie.

Cercetarea literaturii științifice de specialitate a permis determinarea următoarelor direcții de cercetare:

- Cercetarea efectului utilizării TIC la biologie asupra rezultatelor elevilor din clasa a IX-a;
- Identificarea atitudinii elevilor cu privire la utilizarea tehnologiilor digitale de învățare la orele de biologie și față de modul în care aceștia le utilizează și le percep ca ajutor pentru procesul de învățare;
- Testarea și examinarea, adițional, a motivației și auto-eficacității elevilor de a învăța cu ajutorul TIC;
- Identificarea și valorificarea impactului utilizării instrumentelor TIC la lecțiile de biologie asupra învățării semnificative.

Domeniul cercetării. Cercetarea a fost realizată într-o școală gimnazială din districtul de nord, ce aparține sectorului arab, în care învață 577 elevi (306 băieți, 271 fete), iar majoritatea elevilor provin dintr-un mediu socioeconomic mediocru. În clasele a noua, în care s-a desfășurat experimentul, predau 3 profesori de biologie.

Populația cercetării. Cercetarea s-a axat pe cinci din cele șapte clase de a 9-a din școală, două dintre ele au constituit eșantionul de control și trei - eșantionul experimental (tabelul 3.1). Alegerea acestei școli a fost intenționată din mai multe motive: implementarea curriculumului la biologie pe tot parcursul anului, nu doar o anumită perioadă de timp, așa cum se obișnuiește în majoritatea școlilor; accesibilitatea instrumentelor TIC relevante pentru cercetare; colaborarea cu managementul școlar și disponibilitatea profesorilor de biologie, ce dețin competențe TIC, de a

contribui la realizarea studiului. Alegerea claselor a IX-a se datorează conținutului curricular la biologie, potrivit dobândirii competențelor de gândire prin intermediul TIC.

Tabelul 3.1. Repartizarea subiecților cercetării în funcție de clase și sex

Clasa	Eșantionul de control			Eșantionul experimental			
	9A	9B	Total	9C	9D	9E	Total
Băieți	17 (56.7%)	17 (58.6%)	34 (57.6%)	16 (53.3%)	13 (46.4%)	13 (46.4%)	42 (48.8%)
Fete	13 (43.3%)	12 (41.4%)	25 (42.4%)	14 (46.7%)	15 (53.6%)	15 (53.6%)	44 (51.2%)
Numărul de elevi	30	29	59	30	28	28	86
Numărul total de participanți la experiment: 145							

Toți elevii, care au participat la cercetare, studiază 3 ore de biologie în timpul săptămânii, din totalul de 8 ore la domeniul disciplinar la *Științe*: 3 ore la biologie, 3 ore la chimie, 2 ore la fizică. La fiecare clasă participantă predă trei profesori cu o pregătire profesională corespunzătoare disciplinei biologie. În ceea ce privește clasele implicate în experiment - fiecărei clase îi predă un profesor de biologie diferit și toți profesorii au un nivel identic de pregătire.

Variabilele și ipotezele de cercetare.

a. **Variabilele independente** implicate în cercetare au fost metodele de predare de două tipuri: metode tradiționale (frontală) și metode bazate pe TIC (integrarea TIC la orele de biologie: materiale video, animații, prezentări, sarcini, jocuri digitale și activități); conținutul instruirii/curriculumul; formele de organizare a instruirii; caracteristicile cadrelor didactice, condițiile învățării.

b. **Variabilele dependente** au constituit rezultatele elevilor la biologie; atitudinea elevilor față de integrarea TIC; motivația și capacitatea elevilor de a învăța biologia; dimensiunea învățării semnificative la lecțiile de biologie cu integrarea TIC.

Pentru a verifica ipoteza principală de cercetare, au fost definite patru ipoteze particulare (una de bază și trei suplimentare):

Ipoteza numărul 1: rezultatele la biologie în rândul elevilor care au învățat prin intermediul metodelor bazate pe TIC vor fi semnificativ mai mari decât cele ale elevilor care au învățat prin intermediul metodelor tradiționale.

Ipoteza numărul 2: dimensiunile motivației și auto-eficienței de învățare în rândul elevilor care au studiat biologia prin intermediul metodelor bazate pe TIC vor fi semnificativ mai mari în comparație cu dimensiunile motivației și auto-eficienței de învățare în rândul elevilor care au studiat prin intermediul metodelor tradiționale.

Ipoteza numărul 3: elevii care au studiat biologia prin intermediul metodelor bazate pe TIC vor manifesta atitudine pozitivă înaltă față de TIC în comparație cu elevii care au învățat prin metode tradiționale.

Ipoteza numărul 4: elevii care au studiat biologia prin intermediul metodelor bazate pe TIC vor raporta că învățarea este mai semnificativă pentru ei în comparație cu elevii care au învățat prin metode tradiționale.

Metode experimentale și instrumentar. În scopul realizării obiectivelor cercetării și verificării ipotezelor formulate, a început procesul de colectare a datelor, prin intermediul a două metode experimentale: (a) mărimi și teste statistice care au inclus: medii, abatere standard și prag de semnificație, test t pentru eșantioane independente, test de analiză a varianțelor ANOVA și ANCOVA, metoda alfa Cronbach; (b) metode empirice de colectare a datelor în scopul efectuării testelor și desfășurării proceselor experimentale. De asemenea, a fost utilizat și următorul instrumentar: teste de evaluare (înainte și după experiment), un chestionar și conversații cu profesorii.

În cercetare au fost utilizate două instrumente cantitative:

A. Teste de evaluare (înainte și după intervenție). În timpul cercetării, elevii din ambele eșantioane (de control și experimental) au avut 4 teste:

✓ două teste înainte de implementarea metodologiei bazate pe TIC (Anexa 4, A 1, 2), destinate determinării eșantioanelor experimentale și a nivelului cunoștințelor elevilor la biologie înainte de implementarea metodologiei bazate pe TIC. Rezultatele primului test au permis selectarea grupurilor de cercetare (eșantionul de control a avut o medie mai mare, iar eșantionul experimental o medie mai mică; diferența a constituit aproximativ 15);

✓ două teste, care au avut loc după implementarea metodologiei bazate pe TIC, la finalul studierii unităților de conținut relevante la biologie din clasa a IX-a (anexa 4, B 1, 2).

B. Chestionar online cu întrebări închise. Chestionarul este un instrument de colectare a datelor cu privire la un anumit fenomen. Chestionarul cu întrebări închise este coeziv și compus din întrebări, răspunsul cărora se selectează de către subiecți în funcție de o scară predefinită (numerică, sau calitativă). Datele colectate pentru această cercetare se referă la anul școlar 2017-2018, iar chestionarele au fost livrate elevilor la sfârșitul studierii unităților de conținut relevante din cursul școlar de biologie, pentru a permite acestora să-și exprime opinia după finalizarea studiului bazat pe integrarea TIC. Formularul chestionarului a fost elaborat pe platforma Google Forms, iar linkul a fost furnizat elevilor prin intermediul forumului clasei, aceștia răspunzând la întrebări de acasă, fără nici o influență din partea profesorilor.

Componentele chestionarului. În introducerea chestionarului (anexa 1) a fost descris scopul cercetării. Prima parte a acestuia s-a referit la date cu caracter personal. A doua parte a fost compusă din 27 de itemi, împărțiți în trei categorii: a) 9 itemi cu referire la motivație și auto-eficiență; b) 9 itemi cu referire la atitudinea elevilor față de integrarea TIC în procesul de studiere a biologiei; c) 9 itemi cu referire la învățarea semnificativă la lecțiile de biologie bazate pe integrarea TIC. Pentru a verifica fidelitatea chestionarului (gradul de precizie cu care se măsoară o anumită variabilă) s-a calculat coeficientul *alpha Cronbach* de consistență internă, rezultatele fiind prezentate în tabelul 3.2 de mai jos:

Tabelul 3.2. Itemii chestionarului și fidelitatea acestuia prin coeficientul alpha Cronbach

	Categoria	Itemii componenți	alpha Cronbach
Partea I	Itemi cu caracter personal		
Partea II	Examinează părerea elevilor cu privire la îmbunătățirea motivației și auto-eficienței prin integrarea TIC la orele de biologie	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 22	0.849
	Examinează atitudinea generală a elevilor față de integrarea TIC la orele de biologie	10, 16, 14, 20, 23, 24, 25, 26, 27	0.721
	Examinează opinia elevilor cu privire la învățarea semnificativă prin integrarea TIC la biologie	5, 6, 11, 13, 15, 17, 18, 19, 21	0.858

Datele din tabelul 3.2 atestă că fidelitatea chestionarului este cuprinsă în intervalul $\alpha = 0,721-0.858$, ceea ce înseamnă o consistență bună.

Procesul de cercetare. Cercetarea s-a desfășurat în perioada 2016-2018 și a cuprins 4 perioade de bază:

- a. Prima perioadă (2016) - *orientarea*, constă în studierea literaturii de specialitate relevante la subiectul integrării TIC în predarea și învățarea biologiei.
- b. A doua perioadă (2016-2017) - *proiectarea*, a inclus elaborarea modelului pedagogic de integrare a TIC la lecțiile de biologie.
- c. A treia perioadă (mai 2017 - mai 2018) - *experimentală*, ce a cuprins șase etape:
 1. Prima etapă (mai 2017): depunerea unei solicitări către Ministerul Educației și obținerea unei aprobări pentru realizarea experimentului de integrare TIC în predarea biologiei în școala medie din Israel. Permisul a fost primit în iulie 2017.
 2. A doua etapă (septembrie 2017): cunoașterea cu școala, conducerea, profesorii de biologie și elevii, precum și prezentarea detaliilor despre experimentul ce se va petrece în școală și solicitarea acordului profesorilor de biologie de a participa la cercetare.

3. A treia etapă (octombrie-decembrie 2017): efectuarea testelor inițiale care au avut loc înainte de experiment și selectarea grupurilor de cercetare: eșantionul experimental și de control, în funcție de rezultatele testelor.
 4. A patra etapă (ianuarie - mai 2018): implementarea experimentului - predarea unităților de studiu relevante din biologie prin intermediul instrumentelor TIC pentru eșantionul experimental.
 5. A cincea etapă (martie - mai 2018): efectuarea a două teste de evaluare a rezultatelor elevilor la biologie după implementarea modelului și metodologiei elaborate.
 6. A șasea etapă (sfârșitul lunii mai 2018): realizarea chestionarului și colectarea datelor de la grupurile de cercetare (control și experimental).
- d. A patra perioadă (iunie 2018) - *concluzie*, a inclus analiza și descrierea rezultatelor cercetării, studiul conexiunii dintre concluziile teoretice și cele empirice.

Tabelul 3.3. Etapele experimentului pedagogic

Etapa primară	Examinarea experimentului	
	Eșantionul experimental (86 elevi, clasele a 9-a: 3, 4, 5)	Eșantionul de Control (59 elevi, clasele a 9-a: 1, 2)
Octombrie - Decembrie 2017	Două teste inițiale de identificare a nivelului de cunoștințe ale elevilor la biologie	Două teste inițiale de identificare a nivelului de cunoștințe ale elevilor la biologie
Etapa a doua	Implementarea experimentului	
Ianuarie-Mai 2018	Predarea unităților de conținut din biologie cu integrarea TIC	Predarea unităților de conținut din biologie fără a integra TIC
Etapa a treia	Etapa de control a experimentului	
	Două teste de evaluare a rezultatelor elevilor la biologie după integrarea TIC	Două teste de evaluare a rezultatelor elevilor la biologie

Procesarea datelor. Testele statistice utilizate în contextul cercetării curente au fost:

- testul t pentru eșantioane independente în scopul examinării diferențelor dintre mediile eșantioanelor de control și experimental înainte de intervenție și testul t pentru eșantioane perechi de examinare a semnificației evoluției rezultatelor elevilor din eșantionul experimental după intervenția de integrare TIC;
- testul de analiză a varianțelor ANOVA pentru a examina diferențele dintre nivelurile de motivație și auto-eficiență în învățare, atitudine față de TIC și învățare semnificativă, ale grupurilor de control și experimental;
- testul de analiză a varianțelor ANCOVA pentru a examina influența TIC asupra rezultatelor elevilor la biologie;
- coeficientul alfa Cronbach pentru estimarea fidelității itemilor chestionarului;
- media și abaterea standard, în scopul examinării rezultatelor elevilor;
- statistica descriptivă de examinare a parametrilor distribuției datelor.

Limitările cercetării. Există câteva potențiale limitări ale cercetării în special în ceea ce privește posibilitatea generalizării rezultatelor cercetării în medii de cercetare și populație similară și acestea sunt:

- a. Israel este o societate multiculturală, toți participanții la studiu sunt din sectorul arab (musulmani și creștini) și acest lucru poate influența extinderea rezultatelor pe populații de diferite culturi, cum ar fi în sectorul evreiesc.
- b. Studiul a fost realizat doar pentru elevii din clasa a noua din școala medie și nu a inclus restul claselor și nici nu a examinat integrarea TIC și la alte grupe de vârstă, cum ar fi elevii din liceu sau școala primară.
- c. Nu a fost examinată atitudinea directorilor de școli față de TIC, precum și modalitățile prin care managerii intenționează să promoveze asimilarea culturii TIC în procesele de predare și învățare. Cercetătorii Giza Shaviv-Schneider, Gad Yair și Zachi Milgrom [180] atestă că atitudinea directorului și propria lui experiență de utilizare a TIC, pot duce la schimbări semnificative în cultura organizațională a școlii, cu referire la domeniul informatizării.

3.2. Descrierea experimentului de constatare

Scopul experimentului a fost examinarea și testarea nivelului de înțelegere și cunoaștere a elevilor la biologie înainte de experiment și de integrarea TIC la orele de biologie. Prin urmare, la etapa de constatare au fost desfășurate două teste, care au contribuit la selectarea eșantioanelor cercetării.

Testele la biologie care au fost efectuate înainte de experiment. Cele două teste de evaluare a cunoștințelor în domeniul științelor vieții pentru clasele a IX-a au fost elaborate înainte de experiment împreună cu restul cadrelor didactice. Subiectele din test au fost selectate în conformitate cu curriculumul gimnazial obligatoriu din domeniul științe și tehnologii din 2017. Testele reprezintă acele instrumente de evaluare care au fost utilizate pentru a determina nivelul de cunoaștere și înțelegere la biologie a elevilor din clasa a IX-a. Timpul de testare este de o oră și jumătate.

Obiectivele testării: evaluarea nivelului de cunoaștere, înțelegere și a abilităților la biologie pe care le-au dobândit elevii; capacitatea personalului didactic și a cercetătorului de a formula concluzii de îmbunătățire a actului predării; crearea coeziunii în evaluare între toate școlile.

1. Primul test a avut loc la mijlocul lunii octombrie, și a fost constituit din 15 itemi. Testul a măsurat cunoașterea și înțelegerea conceptelor, principiilor, proceselor și fenomenului cu privire la: legăturile chimice și energia într-un proces chimic; elementul carbon și compoziția lui; cerințe de existență a ființelor vii, caracteristicile vieții; celula: structura și funcțiile. Testul a fost împărțit în două părți: prima parte conține 10 itemi de tip închis, ceea ce constituie aproximativ 40% din

notă și a doua parte conține 5 itemi de tip deschis, ceea ce constituie aproximativ 60% din nota finală, deoarece întrebările deschise necesită antrenarea unui nivel mai înalt de gândire. Fiecare nivel de gândire: cunoaștere / înțelegere, implementare, gândire de ordin superior, este antrenat de aproximativ o treime din itemi.

2. Al doilea test a avut loc la mijlocul lunii decembrie și constă din 17 itemi. Testul a măsurat cunoașterea și înțelegerea conceptelor, principiilor, proceselor și fenomenului cu privire la: materialele organice și tipurile de carbohidrați, organitele celulare și tipurile de celule, tipurile de soluții, respirația celulară și membrana celulară. Testul este împărțit în trei părți: prima parte este formată din 5 itemi de tip închis, ceea ce constituie aproximativ 20% din notă. A doua parte este formată din 6 itemi de tip deschis ce se refereau la explicarea faptelor și fenomenelor, ceea ce constituie aproximativ 35% din notă. Iar a treia parte este formată din 6 itemi de tip deschis, ceea ce constituie aproximativ 45% din nota finală. Ultimele două părți ale întrebărilor deschise, ce se refereau la explicarea fenomenelor, solicită antrenarea nivelurilor superioare ale gândirii. Nivelurile ridicate de gândire a articolelor sunt împărțite la aproximativ o treime la fiecare nivel: cunoștințe / înțelegere, implementare, gândire de ordin superior. La fiecare nivel de gândire (cunoaștere / înțelegere, implementare, gândire de ordin superior) se atribuia aproximativ câte o treime din itemi.

Ambele teste au examinat și cartografiat nivelul de cunoaștere și înțelegere a elevilor la biologie, dar și capacitatea de antrenare a proceselor de gândire cu privire la: manipularea informațiilor, gândirea științifică - cercetarea și rezolvarea problemelor și procesul de planificare. În plus, testele au examinat abilitatea de gândire fotografică și vizuală, care constă în capacitatea de a descifra și a înțelege intuitiv instrucțiunile și mesajele prezentate în interfețele vizual-grafice [116], cum ar fi: decodificarea unui grafic care arată nivelul glicemiei după o masă bogată.

Profesorii au verificat testele elevilor și au livrat feedback-ul acestora, precum și au colectat fișierele cu rezolvările fiecărui elev. Fișierele au fost centralizate pentru a efectua o analiză cantitativă a reușitei elevilor în funcție de diferitele subiecte de testare. Pe baza analizei cantitative, au fost identificate dificultățile întâmpinate de elevi, rezultatele cele mai scăzute fiind înregistrate la întrebările deschise.

Tabelul 3.4. Rezultatele elevilor la biologie înainte de experiment

	Clasa	Media la primul test, Octombrie, 2017	Media la testul doi, Decembrie, 2017	Media testelor înainte de experiment	Media testelor pe eșantioane
Eșantionul de control	clasa a 9-a, 1	76.4	77.7	77.1	76.2
	clasa a 9-a, 2	77.6	73.0	75.3	
	clasa a 9-a, 3	69.1	65.1	67.1	64.4

Eșantionul experimental	clasa a 9-a, 4	66.3	65.3	65.8	
	clasa a 9-a, 5	58.5	62.1	60.3	

Pe baza tabelului 3.4, se poate observa că media generală a eșantionului de control înainte de experiment la ambele teste este 76.2, mai mare decât cea a eșantionului experimental, a cărui medie generală la ambele teste este 64.4. Această diferență a fost cercetată prin intermediul testului t pentru eșantioane independente, a cărui rezultat este prezentat în tabelul 3.5.

Tabelul 3.5. Testul t pentru eșantioane independente: control și experimental

Statisticile grupurilor					
	Grupa	N	Media	Abaterea standard	Media erorii Standard
Media înainte de experiment	eșantionul de control	59	76,2034	16,58679	2,15942
	eșantionul experimental	86	64,4651	20,42415	2,20239

Test pentru eșantioane independente										
		Testul Levene de egalitate a varianțelor		Testul t de egalitate a mediilor						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Diferența Mediilor	Diferența eroarii standard	95% Intervalul de încredere al diferenței	
									Inferior	Superior
Media înainte de experiment	Egalitatea varianțelor asumată	7,77	,006	3,66	143	,00	11,74	3,21	5,40	18,07
	Egalitatea varianțelor neasumată			3,81	138,89	,00	11,74	3,1	5,64	17,84

Deoarece testul Levene atestă omogenitatea varianțelor ($p = 0,006 < 0,05$), rezultatele testului t au fost citite din primul rând. Prin urmare, $t(143) = 3,66$ și $p = 0,0 < 0,05$, ceea ce înseamnă că există diferențe semnificative între eșantioanele de control și experimental. Diferența mediilor este de 11,74 și este cuprinsă în intervalul de încredere de 95% al diferenței.

În ambele eșantioane, elevii au avut obiecții la structura testelor și au întâmpinat, de asemenea, dificultăți în rezolvarea itemilor, deoarece unele întrebări au solicitat abilități de gândire pe care elevii nu le pot dobândi prin metoda tradițională de predare frontală.

Analiza rezultatelor testelor. Având în vedere rezultatele testelor inițiale și conversația cu elevii și profesorii, s-au evidențiat mai mulți factori de care depind realizărilor elevilor din grupul experimental: a) factori legați de dificultatea nivelului testului și de tipurile de întrebări; b) factori asociați cu metoda frontală de predare a științelor, care nu este suficientă pentru însușirea

abilităților de gândire; c) lipsa utilizării mijloacelor de simulare, animație, videoclipuri ce permit vizualizarea subiectului învățat [181].

Din analiza greșelilor identificate în răspunsurile elevilor, în ambele teste se poate observa o diferență între procente de succes din ambele tipuri de întrebări: închise (60%), versus deschise (40%). Această diferență indică spre dificultăți de formulare a unui răspuns motivat, susținut de dovezi științifice corecte. Se poate presupune că această dificultate derivă dintr-o problemă lingvistică sau de înțelegere a conținutului întrebării, datorită formulării sau dificultăților de citire și descifrare a ceea ce se cere în întrebare, sau din lipsa de cunoștințe. În plus, metoda de predare frontală pe care profesorii o practică la ore, fără instrumente ajutătoare, reduce capacitatea de a forma și dezvolta și utiliza competențe.

Mulți profesori sunt adepți ai metodei „transferului de cunoștințe” și folosesc în principal metode depășite. Ei activează într-un mediu învechit, incompatibil cu epoca modernă, în care aproape fiecare casă are cel puțin un computer, conectat online și permite fiecărui cetățean să obțină cu ușurință informații și să fie membru al comunității globale. Sistemul de învățământ din Israel încă nu este educat pentru a moderniza mediul de predare și învățare în sensul tehnologizării și, prin urmare, nu permite utilizarea metodologiilor noi și relevante, care creează continuitate între școală și casă, așa cum s-a făcut în numeroase țări avansate.

3.3. Validarea modelului pedagogic de integrare TIC în cadrul lecțiilor de biologie

3.3.1. Efectele integrării TIC la Biologie asupra nivelului de cunoștințe ale elevilor

Experimentul a avut drept scop verificarea nivelului de cunoștințe al elevilor după integrarea TIC la lecțiile de biologie. În cele ce urmează, vor fi examinate pe rând ipotezele cercetării.

Ipoteza numărul 1: rezultatele la biologie în rândul elevilor care au învățat prin intermediul metodelor bazate pe TIC au fost semnificativ mai mari decât cele ale elevilor care au învățat prin intermediul metodelor tradiționale. Pentru verificarea acestei ipoteze, au fost analizate diferențele dintre rezultatele la testele inițiale și cele de după intervenție (tabelul 3.6):

Tabelul 3.6. Rezultatele elevilor înainte și după experiment

	Rezultatele înainte de experiment				Rezultatele după de experiment			
Clasa	Testul 1, Octombrie, 2017	Testul 2, Decembrie, 2017	Media	Media pe eșantioane	Testul 3, Martie, 2018	Testul 4, Mai, 2018	Media	Media pe eșantioane
Eșantionul de control								
1	76.4	77.7	77.1	76.2	77.4	73.5	75.45	74.8
2	77.6	73.0	75.3		76.6	71.8	74.2	
Eșantionul experimental								
3	69.1	65.1	67.1	64.4	75.8	77.7	76.75	75.8

4	66.3	65.3	65.8		75.2	76.5	75.8	
5	58.5	62.1	60.3		71.6	77.9	74.8	

Nu există diferențe semnificative între medii, înainte și după intervenție, pentru eșantionul de control (76,2 și 74,8) și există diferențe semnificative între aceste medii pentru eșantionul experimental (64,4 și 75,8). Ilustrația grafică pentru această constatare este prezentată în fig. 3.1.

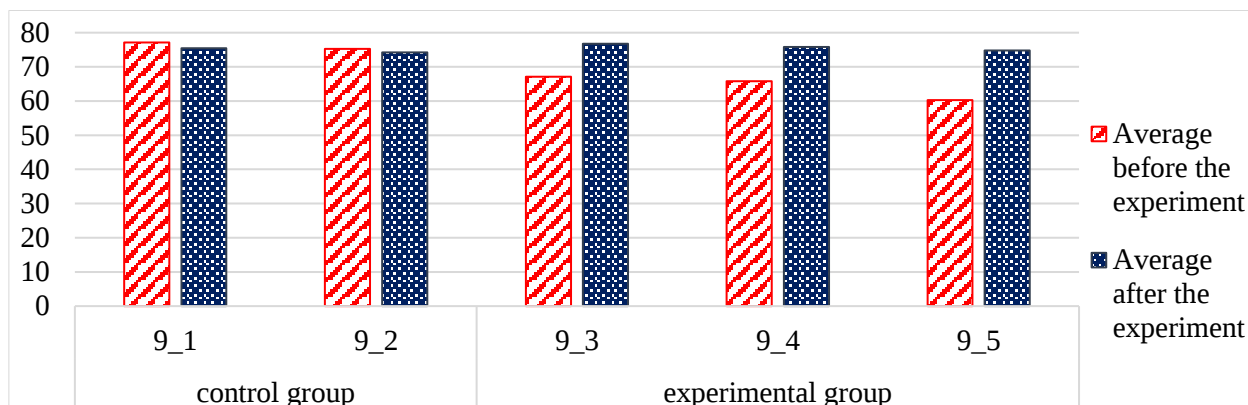


Fig. 3.1. Diferențele de medii înainte și după intervenție pentru eșantioanele experimental și de control

Pentru a confirma acest lucru, a fost efectuat testul t pentru eșantioane perechi în SPSS, pentru grupul de control și cel experimental. Rezultatele acestui test pentru grupul de control sunt reprezentate în tabelul 3.7, în care variabilele perechi au fost mediile înainte și după experiment. În tabel *Paired Samples Test* atestăm că $t(58) = 1.336$, cu un prag de semnificație $p = 0.187 > 0.05$, ceea ce înseamnă că nu există diferențe semnificative între rezultatele elevilor înainte și după intervenție pentru clasele din eșantionul de control.

Tabelul 3.7. Testul t pentru eșantioane perechi, grupul de control

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Control group	Average before the experiment	76,2034	59	16,58679	2,15942
	Average after the experiment	74,8390	59	16,09922	2,09594

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
control group	Average before the experiment & Average after the experiment	59	,885	,000

Paired Samples Test								
	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper

control group	Mean before the experiment - mean after the experiment	1,36	7,85	1,02	-,68	3,41	1,336	58	,187
---------------	--	------	------	------	------	------	-------	----	------

Pentru grupul experimental, rezultatele testului t pentru eșantioane perechi în SPSS sunt reprezentate în tabelul 3.8. În acest caz $t(85) = 12.276$, cu un prag de semnificație $p = 0.00$, mai mic decât 0.05, ceea ce înseamnă că există diferențe semnificative între rezultatele elevilor înainte și după intervenție pentru eșantionul experimental.

Tabelul 3.8. Testul t pentru eșantioane perechi, grupul experimental

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
experimental group	Mean before the experiment	64,4651	86	20,42415	2,20239
	mean after the experiment	75,8081	86	16,54498	1,78409

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
experimental group	Mean before the experiment & mean after the experiment	86	,914	,000

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Experi- mental group	Mean before the experiment - mean after the experiment	-11,34	8,57	,92	-13,18	-9,51	-12,276	85	,000

Aceste concluzii atestă în mod clar că implementarea TIC în studiul biologiei pentru eșantionul experimental a dus la progresul rezultatelor și la creșterea nivelului de cunoștințe la biologie în rândul elevilor. Pe de altă parte, învățarea tradițională nu a afectat rezultatele elevilor din eșantionul de control [181].

Pentru a examina impactul TIC asupra rezultatelor la biologie, a fost efectuat testul de analiză a varianțelor cu mai mulți factori de tip ANCOVA. Datele din tabelul 3.9 și figura 3.2 arată că TIC a contribuit la îmbunătățirea semnificativă și distinctivă ($F(4, 133) = 9.11$, $p < 0.001$) a rezultatelor elevilor atât la primul test după intervenție, cât și la cel de-al doilea test după intervenție ($F(4, 133) = 25.21$, $p < 0.001$), pentru grupul experimental.

**Tabelul 3.9. Testul ANCOVA de examinare a impactului TIC
asupra rezultatelor la biologie, eșantionul experimental**

Teste	F _(4, 133)	Wilks' Lambda
Rezultatele elevilor la primul test după intervenție	9.11***	11.02***
Rezultatele elevilor la al doilea test după intervenție	25.21***	

*** $p < 0.001$

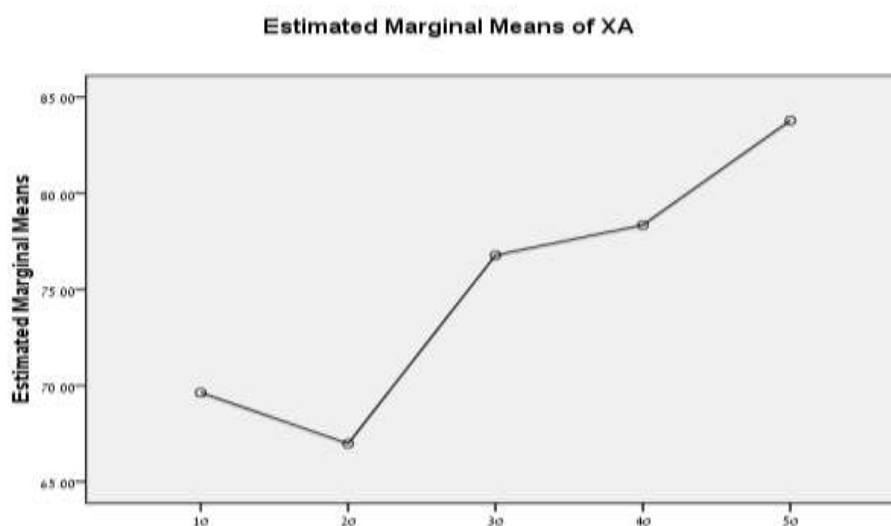


Fig. 3.2. Rezultatele elevilor la teste după intervenția prin distribuția notelor

Efectul TIC asupra rezultatelor elevilor la cel de-al doilea test a fost semnificativ mai mare decât la primul test, ceea ce demonstrează faptul că prima ipoteză de cercetare potrivit căreia *rezultatele la biologie în rândul elevilor care au învățat prin intermediul metodelor bazate pe TIC au fost semnificativ mai mari decât cele ale elevilor care au învățat prin intermediul metodelor tradiționale*, este confirmată.

3.3.2. Efectele învățării bazate pe integrarea TIC asupra motivației și auto-eficienței elevilor de a învăța biologia

În acest paragraf vor fi examinate ipotezele de cercetare adiționale (2-4), începând cu identificarea răspunsului la întrebarea: în ce măsură învățarea prin integrarea TIC afectează motivația și auto-eficiența de a învăța biologia în rândul elevilor? și testarea *ipotezei 2*: dimensiunile motivației și auto-eficienței de învățare în rândul elevilor care au studiat biologia prin intermediul metodelor bazate pe TIC vor fi semnificativ mai mari în comparație cu dimensiunile motivației și auto-eficienței de învățare în rândul elevilor care au studiat prin intermediul metodelor tradiționale. Cercetarea în acest context se va baza pe analiza chestionarului descris anterior. În acest scop, a fost efectuat testul ANOVA de analiză a varianțelor, iar rezultatele sunt ilustrate în tabelul 3.10 de mai jos.

Tabelul 3.10. Testul ANOVA de examinare a diferențelor nivelului de motivație și auto-eficiență în învățare, între eșantionul de control și experimental

eșantionul	Clasa	Media (pe o scară 1-4)	Abaterea standard	F _(4, 139)
de control	clasa a 9-a, 1	3.37	0.55	2.10
	clasa a 9-a, 2	3.41	0.41	
experimental	clasa a 9-a, 3	3.57	0.39	
	clasa a 9-a, 4	3.22	0.51	
	clasa a 9-a, 5	3.28	0.54	

Datele din tabelul 3.10 arată că nu există diferențe semnificative ($F(4, 139) = 2.10$, $p=0.083 > 0.05$, anexa 8) între nivelurile motivației și auto-eficienței ale eșantionului de control (clasele 1,2) și experimental (clase 3, 4, 5). Prin urmare, ipoteza suplimentară 2 a fost respinsă.

Totuși, pentru dimensiunile motivației și auto-eficienței în rândul populației studiate, au fost calculate media și deviația standard. În chestionar, nouă itemi au identificat părerea subiecților cu privire la motivație și auto-eficiență. Subiecții și-au notat răspunsurile pe o scară de la 1 la 4 (4 - total de acord, 1 - Nu sunt de acord).

Tabelul 3.11. Media și abaterea standard a nivelului motivației și auto-eficienței în rândul populației studiate

No.	Itemii (N=145)	Media	Abaterea standard
1	Sunt fericit că învăț biologia cu ajutorul TIC	3.61	0.66
2	Cred că voi primi o notă mare la biologie cu ajutorul TIC	3.43	0.74
3	Integrarea TIC mă va ajuta să înțeleg materialul	3.59	0.68
4	Voi fi mai concentrat la lecția de biologie atunci când vor fi integrate TIC	3.39	0.77
5	Prin intermediul TIC, pot reuși la biologie chiar și fără ajutorul profesorului	2.85	0.89
6	Sunt sigur că pot face o treabă foarte bună la lucrările și testele din cadrul lecțiilor de biologie cu integrarea TIC	3.39	0.75
7	Integrarea TIC face lecția de biologie mai interesantă	3.62	0.61
8	Învățarea biologiei cu integrarea TIC este dificilă pentru mine	3.26	0.87
9	Învățarea într-un mediu TIC provoacă dificultăți și stres în timpul lecției	3.26	0.92
<u>Ponderea scorului</u>		<u>3.77</u>	<u>0.24</u>

Tabelul 3.11 și figura 3.3 prezintă mediile și abaterile standard ale declarațiilor elevilor. Rezultatele indică faptul că aceștia și-au exprimat atitudini pozitive la un nivel înalt față de TIC în ceea ce privește creșterea motivației și auto-eficienței de învățare a biologiei. Gama de răspunsuri variază de la „Prin intermediul TIC, pot reuși la biologie chiar și fără ajutorul profesorului” ($M = 2.85$, $SD = 0.89$); la „Integrarea TIC face lecția de biologie mai interesantă” ($M = 3.62$, $SD = 0.61$).

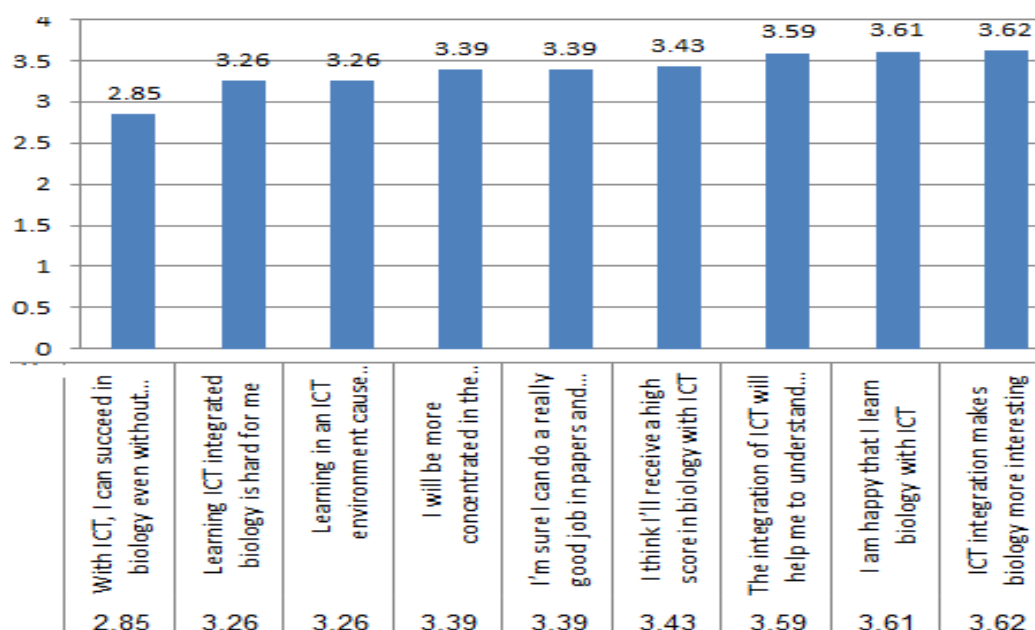


Fig. 3.3. Media nivelului de motivație și auto-eficiență

În plus, a fost examinată rata nivelului motivației și auto-eficienței raportate de elevii din toate cinci clase (figura 3.4).

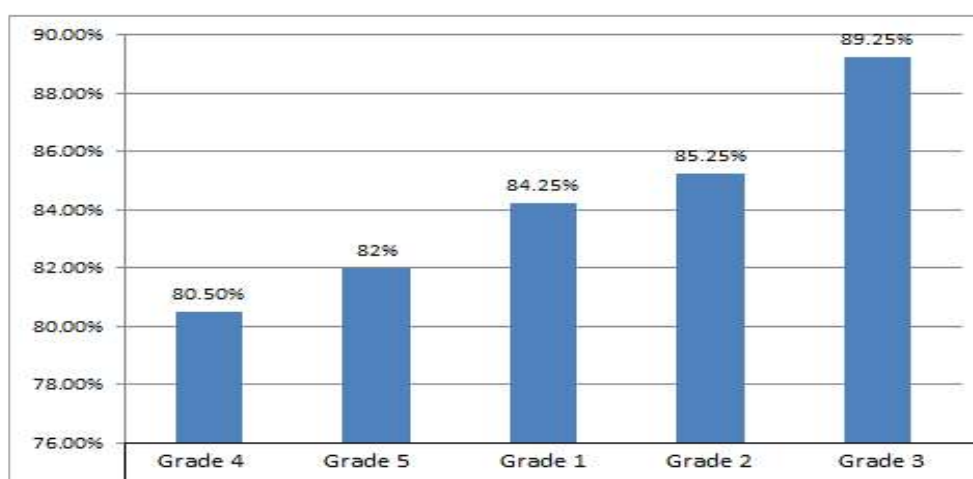


Fig. 3.4. Rata motivației și auto-eficienței elevilor la lecțiile de biologie bazate pe TIC

Figura 3.4 arată că toți elevii din cele cinci clase, indiferent de eșantionul din care fac parte: experimental sau de control, au raportat rate foarte mari ale motivației și auto-eficienței datorită lecțiilor integrate cu TIC. Răspunsurile subiecților din eșantionul de control s-au bazat pe experiența lor curentă de învățare pe baza TIC, în afara cadrului de intervenție al acestui studiu. Elevii de la clasa numărul 3 au raportat cea mai mare rată a motivației și auto-eficienței de 89.25%, după care urmează clasele: numărul 2 (85.25%), numărul 1 (84.25%), numărul 5 (82%) și în final numărul 4 (80.50%). În concluzie, *toți elevii consideră că lecțiile de biologie integrate cu TIC îmbunătățesc semnificativ motivația și auto-eficiența.*

Rezultatele testului ANOVA de analiză a varianțelor pentru verificarea *ipotezei numărul 3*: elevii care au studiat biologia prin intermediul metodelor bazate pe TIC vor manifesta atitudine înalt pozitivă față de TIC în comparație cu elevii care au învățat prin metode tradiționale, sunt ilustrate în tabelul 3.12.

Tabelul 3.12. Testul ANOVA de examinare a diferențelor de atitudine față de TIC, între eșantionul de control și experimental

eșantionul	Clasa	Media (pe o scară 1-4)	Abaterea standard	F _(4, 139)
de control	clasa a 9-a, 1	3.26	0.42	1.69
	clasa a 9-a, 2	3.19	0.40	
experimental	clasa a 9-a, 3	3.41	0.36	
	clasa a 9-a, 4	3.19	0.49	
	clasa a 9-a, 5	3.11	0.58	

Datele din tabelul 3.12 arată că nu există diferențe semnificative ($F(4, 139) = 1.69$, $p=0.154 > 0.05$, anexa 8) între atitudinea față de TIC a eșantionului de control (clasele 1,2) și cel experimental (clase 3, 4, 5). Prin urmare, ipoteza suplimentară 3 a fost de asemenea respinsă.

Rata examinată a nivelului atitudinii față de TIC raportată de elevii din toate cinci clase este ilustrată în ordine crescătoare în figura 3.5:

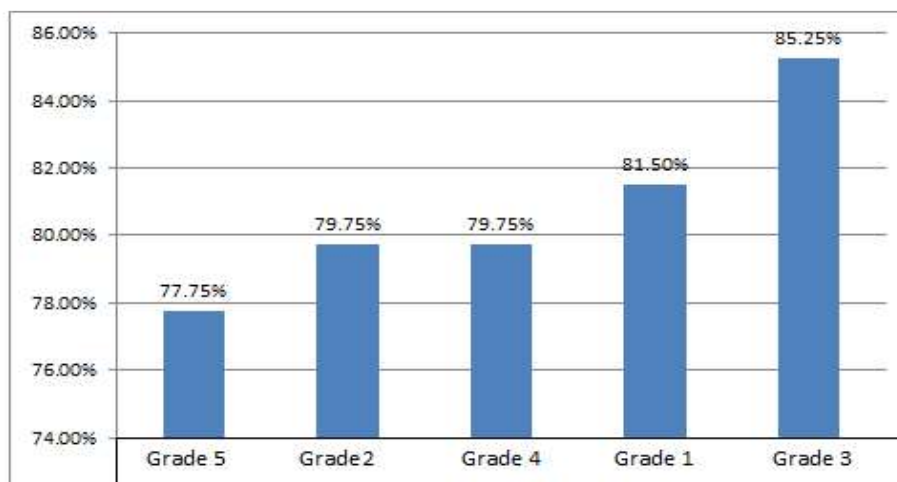


Fig. 3.5. Atitudinea tuturor elevilor față de lecțiile de biologie integrate cu TIC, din eșantionul experimental și de control

Histograma arată că elevii au exprimat o atitudine foarte pozitivă față de învățarea biologiei prin integrarea TIC. În concluzie, elevii, indiferent dacă sunt din eșantionul experimental sau cel de control, și-au exprimat atitudinea pozitivă și semnificativă față de învățarea prin integrarea TIC a subiectelor de biologie.

Rezultatele testului similar ANOVA de analiză a varianțelor pentru verificarea *ipotezei numărul 4* (elevii care au studiat biologia prin intermediul metodelor bazate pe TIC vor raporta că învățarea este mai semnificativă pentru ei în comparație cu elevii care au învățat prin metode

tradiționale), arată că nu există diferențe esențiale ($F(4, 139) = 1.54, p = 0.193 > 0.05$) între dimensiunile învățării semnificative a conceptelor de biologie raportate de subiecții eșantionelor experimental și de control.

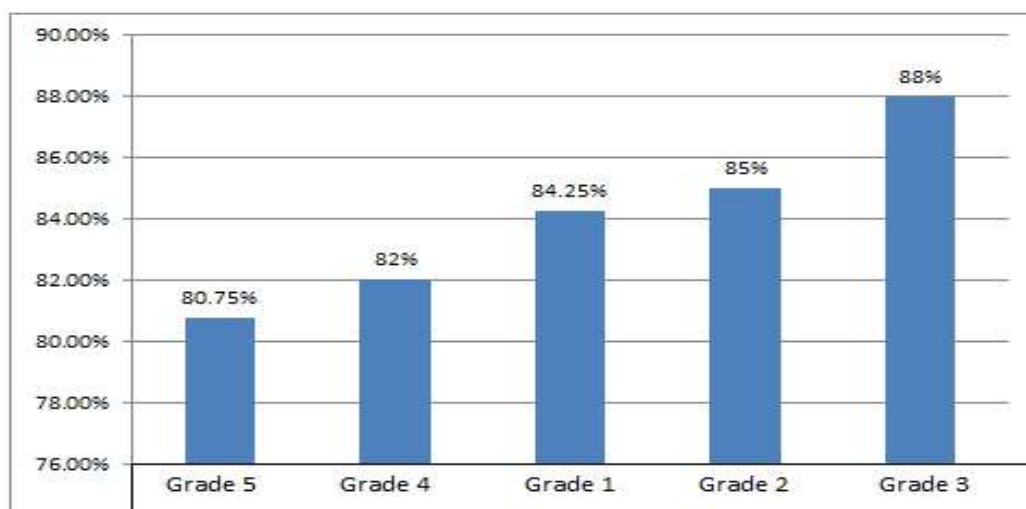


Fig. 3.6. Percepția elevilor, din eșantionul experimental și de control, asupra învățării semnificative a subiectelor de biologie, prin intermediul integrării TIC

Conform figurii 3.6, toți elevii au indicat rate foarte mari ale percepției lor față de învățarea semnificativă la lecțiile de biologie prin integrarea TIC. Prin urmare, elevii au raportat că *orele de biologie integrate cu TIC sunt cele mai potrivite pentru îmbunătățirea învățării semnificative*.

În concluzie, datele din tabelele și figurile de mai sus, indică faptul că participanții la experiment au indicat atitudini pozitive la un nivel foarte ridicat față de implementarea TIC la lecțiile de biologie, cu privire la toate modurile și aspectele cercetate [182].

3.4. Concluzii la Capitolul 3

Experimentul pedagogic a fost orientat spre modelele de utilizare a instrumentelor TIC la lecțiile de biologie în gimnaziu (clasa a IX-a) și pe efectul acestora asupra nivelului de cunoștințe și înțelegere a biologiei înainte și după utilizare. În plus, experimentul a examinat eficiența modelului pedagogic elaborat în îmbunătățirea metodologiei de predare, învățare și evaluare a subiectelor de biologie, în conformitate cu programa școlară obișnuită. Totodată, s-a examinat efectul utilizării TIC asupra rezultatelor elevilor la biologie și s-a cercetat motivația și auto-eficiența de a învăța prin integrarea TIC în rândul elevilor, precum și implicațiile utilizării instrumentelor TIC asupra îmbunătățirii dimensiunilor învățării semnificative la lecțiile de biologie, prin comparație între grupul experimental și cel de control. Prin urmare, se pot face următoarele concluzii:

1. *Au fost identificate diferențe semnificative* între rezultatele testelor la biologie înainte și după experiment, pentru elevii care au învățat prin metoda bazată pe integrarea TIC (eșantionul

experimental) și *nu au fost identificate diferențe semnificative* între rezultatele testelor la biologie înainte și după experiment, pentru elevii din eșantionul de control care au învățat prin metoda tradițională, ceea ce înseamnă că TIC-ul a îmbunătățit performanțele elevilor la biologie, iar prima ipoteză de cercetare a fost confirmată.

2. Analiza răspunsurilor elevilor la întrebările chestionarului referitoare la motivație și auto-eficiență a identificat că toți elevii, fără diferențe semnificative între eșantionul de control și cel experimental, consideră că lecțiile de biologie integrate cu TIC îmbunătățesc semnificativ motivația de învățare și auto-eficiența. Prin urmare, a doua ipoteză de cercetare, care a presupus că dimensiunile motivației și auto-eficienței de învățare în rândul elevilor care au studiat biologia prin intermediul metodelor bazate pe TIC sunt semnificativ mai mari în comparație cu dimensiunile motivației și auto-eficienței de învățare în rândul elevilor care au studiat prin intermediul metodelor tradiționale, a fost respinsă.

3. Utilizarea TIC crește nivelul de interes al elevilor. Ei sunt mai activi, iar cooperarea între profesor și elev în procesul învățării este mai mare decât în învățarea fără integrarea TIC. De aceea, toți elevii, indiferent dacă sunt din eșantionul experimental sau cel de control, au manifestat atitudine pozitivă semnificativă față de învățarea biologiei cu implementarea TIC.

4. Analiza răspunsurilor la întrebările chestionarului referitoare la învățarea semnificativă a identificat că toți elevii consideră că utilizarea TIC îmbunătățește învățarea semnificativă la biologie, cu toate că a patra ipoteză de cercetare: elevii care au studiat biologia prin intermediul metodelor bazate pe TIC vor raporta că învățarea este mai semnificativă pentru ei în comparație cu elevii care au învățat prin metode tradiționale, a fost respinsă.

5. TIC-ul afectează toți elevii, de la cei pasivi, care primesc informația de la profesor, nu se bucură de alegere și nu valorifică întregul lor potențial, la elevii independenți care obțin o învățare adecvată nevoilor sale, ceea ce le permite să exploreze potențialul lor la maxim. Cu toate acestea, utilizarea TIC pentru elevi nu este un substituent al prezenței profesorului în clasă, ci mai degrabă se completează reciproc.

Concluziile menționate mai sus, bazate pe experimentul pedagogic, evidențiază eficiența modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și de comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei. Prin urmare, implementarea modelului pedagogic elaborat a dus la eficientizarea procesului de predare-învățare a biologiei în gimnaziu prin intermediul tehnologiilor informaționale și comunicaționale, ceea ce s-a materializat prin creșterea rezultatelor elevilor la biologie, iar **principala ipoteză de cercetare** a fost confirmată.

CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI

Trăim într-o lume în permanentă schimbare, în care crește rapid atât volumul informațiilor științifice, cât potențialul tehnologiilor. Acest lucru obligă la utilizarea diferitelor strategii de predare și evaluare, necesare pentru a reflecta schimbările esențiale, prin adaptarea curriculumului la biologie, care reprezintă o parte integrantă a curriculumului incluziv la științe și tehnologii din gimnaziu, menit să califice absolvenții pentru a face față cu succes provocărilor viitoare ale societății dinamice și intens informatizate, prin dezvoltarea competențelor specifice secolului XXI. Din studiul literaturii de specialitate s-a constatat că:

- integrarea TIC în predare depinde atât de factori externi cât și interni, care pot fi încurajatori sau inhibitori, cum ar fi: aspectul organizațional și modul în care instituția este pregătită să asimileze schimbarea în activitățile sale; profesorii și competența lor de management a cererii de schimbare; directorul școlii și sprijinul acestuia în procesul de asimilare a inovației;

- integrarea instrumentelor TIC în predarea-învățarea biologiei are conexiuni directe cu demersul constructivist de învățare, prin urmare profesorii de biologie trebuie să utilizeze strategii care să contribuie la înțelegerea științifică profundă, la construirea noilor cunoștințe, bazate pe cele anterioare, valorificând în același timp competențele de cercetare ale elevilor, de rezolvare a problemelor și de identificare a răspunsului la întrebări complexe și încurajând elevii să fie responsabili pentru propria învățare;

- un mediu de învățare cu tehnologii de înaltă calitate, poate susține și promova învățarea semnificativă ca pe o experiență profundă și bogată, relevantă și valoroasă pentru elevi, iar tehnologiile digitale permit dezvoltarea cunoștințelor și înțelegerii semnificative a proceselor biologice, care anterior erau dificil de explicat și de predat.

Cele menționate mai sus au permis înaintarea problemei de cercetare: *care sunt fundamentele teoretice și metodologice de implementare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale pentru a eficientiza procesul de predare-învățare a biologiei în gimnaziu astfel încât să aibă loc creșterea rezultatelor școlare ale elevilor?*

Studiul desfășurat pentru rezolvarea problemei de cercetare, conform obiectivelor propuse, a permis formularea următoarelor concluzii:

1. Analiza avantajelor oferite de tehnologiile informaționale și comunicaționale și argumentarea implementării lor în învățământul gimnazial la biologie a permis evidențierea faptului că se facilitează implementarea pedagogiei inovative, are loc creșterea motivației de învățare, dezvoltarea gândirii critice, ceea ce duce la o învățare semnificativă (meaningful/

significant learning) și la formarea și dezvoltarea abilităților specifice secolului XXI [32, 115, 128].

2. Analiza a numeroase publicații ce se referă la tematica cercetării a condus la identificarea unor modele tehnologice de utilizare a calculatoarelor în sala de clasă, iar modelele pedagogice privind integrarea tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei lipsesc. În literatură sunt prezentate și clasificate diferite instrumente TIC care pot fi utilizate la lecțiile de biologie, dar locul și intercorelarea lor cu celelalte componente ale procesului educațional nu au fost identificate. Reieșind din aceasta, *elaborarea modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și de comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei* a constituit un obiectiv prioritar al acestei cercetări, care a fost realizat [144].

3. Componenta conceptuală a modelului pedagogic elaborat de integrare a TIC în procesul de predare-învățare a biologiei, a influențat metodologia de predare-învățare aferentă, care constituie componentele centrale ale acestui model și a determinat bidirecțional componenta practică a acestuia – celulele de ieșire, care detaliază instrumentele TIC implementate în procesul de predare, învățare și evaluare. Această metodologie este una modernă și se bazează pe elementele învățării semnificative, care face parte din pedagogia inovativă și include încurajarea strategiilor de învățare, așa ca: învățarea bazată pe probleme, învățarea bazată pe proiecte etc. [144, 157].

4. S-a demonstrat că modelul pedagogic elaborat de integrare a tehnologiilor informaționale și de comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei posedă următoarele proprietăți: *originalitate*, din perspectiva componentelor sale specifice ale învățământului gimnazial la biologie din Israel, politicilor educaționale invocate și a relațiile stabilite între componentele conceptuale, practice și metodologice; *caracter inovator*, datorită conceptelor educaționale moderne integrate; *adaptabilitate* la alte discipline școlare; *caracter evolutiv*, deschis spre actualizare, dictată de schimbările dinamice din sistemul educațional, de surplusul de informații, de numeroasele dezvoltări tehnologice, dar și de revoluția tehnologiilor informaționale și comunicaționale; *integritate*, datorită conexiunilor stabilite între componentele sale [144].

5. Experimentul pedagogic a permis identificarea diferențelor semnificative de 11,4 puncte (64,4 și 75,8) între rezultatele testelor la biologie înainte și după experiment pentru elevii care au învățat prin intermediul metodologiei bazate pe TIC (eșantion experimental) și nu a identificat diferențe semnificative (76,2 și 74,8) între rezultatele testelor la biologie înainte și după intervenție pentru elevii din eșantionul de control, cei care au învățat în mod tradițional, ceea ce înseamnă că utilizarea TIC-ului a contribuit la îmbunătățirea performanțelor elevilor la biologie [181].

6. Analiza răspunsurilor la întrebările chestionarului a identificat că toți elevii din eșantionul de control și experimental consideră că lecțiile de biologie integrate cu TIC îmbunătățesc semnificativ motivația de învățare și auto-eficiența, crește nivelul de interes al elevilor și favorizează învățarea semnificativă la biologie. Elevul este mai activ, iar cooperarea între profesor și elev în procesul învățării este mai mare decât în învățarea fără integrarea TIC. Iată de ce, toți elevii, indiferent dacă sunt în eșantionul experimental sau cel de control, au manifestat atitudine pozitivă semnificativă și distinctă față de învățarea biologiei prin implementarea TIC [182].

7. TIC-ul influențează toți elevii, de la cei pasivi, care primesc informația de la profesor, nu se bucură de alegere și nu valorifică întregul lor potențial, la elevii independenți care se mobilizează pentru învățare adecvată nevoilor și valorificarea la maxim a propriului potențial. Cu toate acestea, TIC nu constituie un substitut al profesorului în clasă [182].

În concluzie, constatările cercetării curente coincid cu importanța implementării TIC în predarea-învățarea biologiei în gimnaziu, în mare parte pentru profesori și elevi. Din acest punct de vedere, contribuția cercetării se axează pe influența majoră a integrării TIC asupra rezultatelor școlare, motivației și învățării semnificative la lecțiile de biologie, ceea ce duce la o îmbunătățire a tuturor elementelor și aspectelor educaționale. Acest fapt a permis evidențierea **rezultatului obținut care contribuie la soluționarea unei probleme științifice importante**, ce constă în *determinarea fundamentelor teoretice și metodologice ale eficientizării procesului de predare-învățare a biologiei în gimnaziu prin intermediul tehnologiilor informaționale și comunicaționale, fapt ce a condus la fundamentarea teoretică și elaborarea modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei.*

Rezultatele și concluziile cercetării permit formularea următoarelor **recomandări**:

Pentru managementul școlar:

1. Formarea și dezvoltarea gândirii colaborative cu privire la integrarea TIC ca parte a viziunii școlii, identificarea persoanelor și atribuirea funcțiilor de conducere a procesului de integrare, care va constitui un leadership educațional în domeniu. Examinarea temeinică a complexității factorilor ce influențează activitățile profesorilor nu numai la nivel de grup, ci mai ales la nivel individual.

2. Fortificarea elementelor de logistică a managementului școlii sub aspect tehnic cantitativ, calitativ, funcționalitate, accesibilitate, conexiune la internet și disponibilitate pentru elevi și profesori în scop didactic.

3. Crearea condițiilor de implementare a *modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei* și de adaptare a acestuia și la alte obiecte de studiu.

Pentru profesori:

1. Utilizarea profesionistă a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în cadrul activităților de predare și a celor online, încurajând învățarea semnificativă, dar și instruirea și formarea continuă a cadrelor didactice, nu doar sub aspect praxiologic, ci și metodologic, de integrare TIC în clasă.

2. Încurajarea cadrelor didactice pentru: adoptarea schimbărilor vis-a-vis de strategiile de predare-evaluare prin implementarea TIC; formarea și dezvoltarea unei abordări didactice de utilizare eficientă a mediului de învățare online în studiul biologiei, valorificând în același timp avantajele acestuia; precum și implementarea acestei abordări și la alte obiecte de studiu.

3. Valorificarea metodologiei de implementare a *Modelului pedagogic de integrare a tehnologiilor informaționale și comunicaționale în procesul de predare-învățare a biologiei*.

Pentru elevi:

1. Conștientizarea necesității formării competenței digitale și dezvoltarea abilităților de învățare prin intermediul TIC.

2. Asumarea de către elevi a unor responsabilități legate de implementarea TIC în instituția de învățământ. Formarea grupurilor de elevi voluntari, care dețin competențe digitale la nivel avansat, pentru a oferi suport tehnic în procesul de integrare a TIC în predare-învățare-evaluare și a participa la soluționarea problemelor specifice ale școlii.

Sugestii pentru cercetările ulterioare

În prezenta cercetare a fost examinată problema implementării TIC doar în gimnaziu, dar este posibilă extinderea cercetării pentru diverse discipline la treptele de învățământ primar, gimnazial și liceal.

În plus, cercetarea a fost efectuată într-o școală arabă din zona de nord, dar poate fi realizată o investigație cu privire la particularitățile implementării TIC în diferite zone din Israel.

Altă direcție de cercetare poate viza o abordare atât cantitativă cât și calitativă a concepțiilor, percepțiilor și atitudinilor personale ale profesorilor și elevilor vis-a-vis de integrarea TIC, care ar putea favoriza conștientizarea la nivel de sistem a modalităților de funcționare a mecanismelor de eficientizare a procesului educațional și o mai bună gestionare a acestora.

BIBLIOGRAFIE

1. KOLIKANT, Y. Teachers and Teaching in the Age of Knowledge. In: *Dapim*. 2012, no. 54, pp. 11-19. ISSN: 5385-1565.
2. HATIVA, N. Why and How to Integrate Contemporary Technologies into Teaching in the Academy? In: N. Hativa (ed.) *Teaching in the Academy: Integration of Contemporary Technologies in Academic Teaching*. Jerusalem: The National Israeli Academy of Sciences. 2016, no. 6. pp. 7-11. [visited 19.06.2017]. Available: https://teaching-center.tau.ac.il/sites/teachingcenter.tau.ac.il/files/media_server/teachingcenter/%D7%94%D7%95%D7%A8%D7%90%D7%94%20%D7%91%D7%90%D7%A7%D7%93%D7%9E%D7%99%D7%94/%D7%92%D7%99%D7%9C%D7%99%D7%95%D7%9F%206%20%D7%94%D7%9E%D7%9C%D7%90%20.pdf
3. DAYAN, R., MAGEN-NAGAR, N. National ICT Program "Adjusting the Education System to the 21st Century": Indicators assessing the success of the program. In: *Learning in the Technological Era: Proceedings of the 7th Chais Conference for the study of Innovation and Learning Technologies*. Ra'anana: The Open University, 2012, pp. 88-96. <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2012/downloads/k-75.pdf>
4. Ministry of Education. A Policy to Promote Significant Learning in the Education System. Jerusalem: The author, 2013. 19 p. [visited 28.01.2016]. Available: <http://meyda.education.gov.il/files/lemidaMashmautit/med.docx>
5. UPHAN, A., TRACHTMAN, G., SPEKTOR-LEVY, O. What can we learn from best practice? Observations and interviews with expert teachers in 1:1 classrooms and their students. In: *Learning in the Technological Era: Proceedings of the 11th Chais Conference for the study of Innovation and Learning Technologies*. Ra'anana: The Open University, 2016. pp. 11-20. [visited 25.09.2017]. Available: https://www.openu.ac.il/innovation/chais2016/a2_2.pdf
6. PELED, B., MAGEN-NAGAR, N. Characteristics of Teachers in Computer-Based Learning Environment. In: *Learning in the Technological Era: Proceedings of the 7th Chais Conference for the study of Innovation and Learning Technologies*. Ra'anana: The Open University, 2012. pp. 212-220. [visited 23.06.2016]. Available: <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2012/downloads/y-43.pdf>
7. MELAMED, U., GOLDSTEIN, O. (eds.) *Teaching and Learning in the Digital Age*. Tel Aviv: The Mofet Institute, 2017. 328 p. ISBN: 978-965-530-142-7.

8. ISTRATE, O. Efecte si rezultate ale utilizării TIC în educație. În: Vlada M. (coord.) *Conferința Națională de Învățământ Virtual*. Bucuresti: Editura Universității din Bucuresti, 2010. pp. 56-67. ISSN 1842-4708.
9. NOVEANU, E. (coord.) *Impactul formativ al utilizării AeL în educație*. București: TEHNE, Centrul pentru Inovare în Educație, 2004. [visited 27.02.2015]. Available: www.tehne.ro/resurse/TEHNE_Impact_formativ_AEL_2005.pdf
10. BALANSKAT, A., BLAMIRE, R., KEFALA, S. *The ICT Impact Report*. European Schoolnet, 2006. 75 p. [visited 19.12.2015]. Available: http://ec.europa.eu/education/pdf/doc254_en.pdf
11. ZUCKER, A. *Transforming schools with technology. How smart use digital tools helps achieve six key educational goals*. Cambridge, Massachusetts: Harvard Education Press, 2008. 242 p. Paper ISBN 978-1-891792-78-6, Library Edition ISBN 978-1-891792-79-3.
12. WAGNER, D. A. et al. *Monitoring and Evaluation of ICT in Education Projects: A Handbook for Developing Countries*. Washington, DC: Infodev, 2005. [visited 24.04.2016]. Available: <http://www.infodev.org/en/Publication.9.html>
13. MOUZA, C. Learning with Laptops: Implementation and Outcomes in an urban, under-privileged school. In: *Journal of Research on Technology in Education*, International Society for Technology in Education. 2004, nr. 40(4), pp. 447-472. ISSN: 1539-1523.
14. WILSON, N. C., *Interrogating the Divide: A Case Study of Student Technology Use in a One-to-One Laptop School*. Doctoral Dissertations. Amherst: University of Massachusetts, 2014. 266 p.
15. ROCKMAN, S. *Learning from laptops*. Threshold, 2003. (1), pp. 24-28. [visited 22.05.2016]. Available: <http://www.rockman.com/publications/articles/LearningFromLaptops.pdf>
16. WHITE, G. K., ICT Trends in Education [online]. ACEReSearch, 2008. 25 p. [visited 12.01.2015]. Available: https://research.acer.edu.au/digital_learning/2/
17. БЕШЕНКОВ, С.А., АЛЕКСЕЕВА, Г.И., ШУТИКОВА, М.И. Социальные и гуманитарные составляющие информатизации системы образования In: *Мир образования — образование в мире*. 2008, №2, pp. 307–312. ISSN: 2073-8536.
18. RAZUMOWSKY A. I. Information and technological support for knowledge management in the educational process. In: *Информатизация образования и науки*. 2018, № 1(37), pp.184-192. ISSN: 2073-7572.
19. ПОЗДНЕЕВ, Б. М. et al. О стандартизации требований к системе электронного портфолио. In: *Информатизация образования и науки*. 2018, № 1(37), pp.39-48. ISSN: 2073-7572.

20. СТАРЫХ, В. А. Многоуровневое представление открытой информационно-образовательной среды для распределённого преобразования информации. In: *Информатизация образования и науки*. 2010, № 4(8), pp.14-25. ISSN: 2073-7572.
21. AVIDOV-UNGAR, O., COHEN, F. A. What affects the implementation of ICT in school? Technological pedagogical knowledge of the teacher (TPACK). Attitudes towards change and implementing ICT. In: *Learning in the Technological Era: Proceedings of the 9th Chais Conference for the study of Innovation and Learning Technologies*. Ra'anana: The Open University, 2014. pp. 10-17. [visited 28.09.2015]. Available: <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2014/download/C1-1.pdf>
22. AVIDOV-UNGAR, O., FORKOSH-BARUCH, A. Promoting and hindering Forces and Perceptions of Successful ICT implementation in Colleges of Education – Faculty viewpoint over time. In: *Learning in the Technological Era: Proceedings of the 11th Chais Conference for the study of Innovation and Learning Technologies*. Ra'anana: The Open University, 2016. pp. 1-11. [visited 27.11.2016]. Available: <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2016/2016-book.pdf>
23. SURRY, D. W., ENSMINGER, D. C., HAAB, M. A model for integrating instructional technology into higher education. In: *British Journal of Educational Technology*. 2005, no. 36 (2). pp. 327-329. Online ISSN: 2049-6613.
24. AVIDOV-UNGAR, A., ESHET-ALKALAI, Y. Implementation of technological innovation in the education system: models and objectives of the "innovation islands" model for effective implementation of technological innovation in educational systems: Analysis of the main reasons for the failure of the model. Israel, 2011. [visited 26.12.2016]. Available: http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/F70B3A50-D11B-493E-9F9B-2298EDC9917F/151573/orit_yoram1.pdf
25. COHEN, L. Teaching and learning in a high-tech environment. Paths to a meaningful instruction. In: LEVY, A., SASSI, A., VIDISLAVSKY, M., MICHAELI, N. and MEIR, H. eds. *Leveraging applicable models for a meaningful instruction*. Jerusalem: Publications Division, Ministry of Education, 2015. pp. 51-56. [visited 19.10.2016]. Available: <http://meyda.education.gov.il/files/MinhalPedagogy/netivim.pdf>
26. SHAMIR-INBAL, T., YAEL, K. A systemic model for the assimilation of ICT in a school culture. In: CHEN, D. and GILA K., eds. *ICT, Learning and Teaching*. Or Yehuda: Center for Academic Studies, 2011. pp. 371-400. ISBN: 10580.
27. MAGEN-NAGAR, N., SHAMIR-INBAL, T. Evaluation of the Contribution of the National ICT Curriculum to the Advancement of Teachers' Work. In: *Journal for Studies and Research*

- in *Education, Dapim*. 2017, no. 64, pp. 78-110. ISSN: 5385-1565. Available: <http://www.mofet.macam.ac.il/ktiva/Documents/dapim64.pdf>
28. NISSIM, Y., BARAK, M., BEN-ZVI, D. Perception of the role and teaching strategies of teachers who combine advanced technologies in their classes. In: *Dapim*. 2012, no. 54, pp. 193-218. ISSN: 5385-1565.
 29. Ministry of Information Technology and Communications. *National Strategy for the development of information society "Digital Moldova 2020"*. Approved by the Government Decision, no.857 of October 31, 2013. Chisinau, 2013. 30 p. ISBN 978-9975-3020-3-6.
 30. Ministry of Information Technology and Communications. *National Strategy for the development of information society "Digital Moldova 2020"*. Approved by the Government Decision, no.857 of October 31, 2013. Chisinau, 2013. 30 p. ISBN 978-9975-3020-3-6.
 31. UNESCO- IBE. *Principles and general objectives of education of the Republic of Moldova*. World Data on Education. 7th edition, 2010\11. 18 p. [visited 12.10.2016]. Available: http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/Republic_of_Moldova.pdf
 32. BADARNE, G. **Expectations of ICT integration in the education system in Israel and the implementation of the ICT programs in Moldova. In: *Proceedings of the Moldo-Polish-Romanian International Scientific Congress: Education - Politics - Society, April 1-4 2019*. Chisinau: TSU, 2019. Vol. 3, nr. 1. pp. 136-142. ISBN978-9975-76-273-1.**
 33. GREMALSCHI, A. Modernizarea învățământului preuniversitar prin implementarea pe scară largă a tehnologiei informației și a comunicațiilor. In: *Didactica Pro..., revista de teorie și practica educațională*. 2010, nr. 6(64), pp. 2-5. ISSN: 1810-6455.
 34. CABAC, V. Modalitățile de formare și dezvoltare a competențelor profesionale în medii digitale. In: *Proceedings of the conference "The use of modern educational and informational technologies for the training of professional competences of the students in higher education institutions"*. December 7-8, 2018, Balti, Moldova, pp. 6-13. ISBN: 978-9975-3276-0-2.
 35. LUPU, I., CABAC, V. Apariția și devenirea didacticii universitare: impactul tehnologiei informației și a comunicațiilor. În: *Acta et Commentationes, Științe ale Educației*. 2017, nr. 1(10), pp. 11-20. ISSN: 1857-3592.
 36. CORLAT, S., KARLSSON, G., BRAICOV, A. ș.a. *Metodologia utilizării Tehnologiilor Informaționale și de Comunicație în învățământul superior*. Ch.: UST, 2011. 204 p. ISBN 978-9975-76-070-6.
 37. GLOBALA, A., CHIRIAC, L. Integrarea evaluării interactive în procesul de studiere a cursului universitar "Tehnici de programare". În: *Studia Universitatis, Științe ale Educației*. 2017, nr. 9(109), pp. 87-92. ISSN: 1857-2103.

38. MIHĂLACHE, L. Implementarea noilor tehnologii didactice în procesul educațional la informatică în liceu. În: *Univers Pedagogic*. 2013, nr. 1(37), pp. 69-75. ISSN: 1811-5470.
39. CABAC, V., DEINEGO, N., NEGARA, C. Strategii didactice și tehnologii informaționale în sprijinul calității formării specialiștilor. În: *Analele Științifice ale Universității Cooperatist-Comerciale din Moldova*. 2011, nr. 8, pp. 54-59. ISSN: 1857-1239.
40. PAVEL, M. *Impactul Tehnologiilor Informaționale asupra formării învățătorilor*. Ch.: UST, 2016. 145 p. ISBN 978-9975-76-174-1.
41. BRAICOV, A., GASNAȘ, A. Utilizarea sistemelor de management al învățării la formarea competenței de programare orientată pe obiecte. În: *Acta et Commentationes, Științe ale Educației*. 2018, nr. 2(13), pp. 115-120. ISSN: 1857-3592.
42. EZEKOKA, G. K. Integrating ICT in the teaching of difficult concepts in biology in secondary schools in Imo state. In: *Journal of Educational Media & Technology*. 2010, no. 12(1), pp. 45-49. ISSN: 0189-7012.
43. AL-RSA'IL, M. Promoting Scientific Literacy by Using ICT in Science Teaching. In: *International Education Studies*. 2013, no 6 (9), pp. 175-186. ISSN 1913-9020. E-ISSN 1913-9039.
44. GARRAWAY-LASHLEY, Y. Integrating computer technology in the teaching of Biology. In: *International Journal of Biology Education*. 2014, no. 3(2), pp. 13-30. ISSN: 2169-3908.
45. KAFYULILO, A. C., FISSER, P., PIETERS, J., VOOGT, J. ICT use in science and mathematics teacher education in Tanzania: developing technological pedagogical content knowledge. In: *Australasian Journal of Educational Technology*. 2015, no. 31(4), pp. 381-399. ISSN: 1449-5554.
46. TRUMPER, R. Factors Affecting Junior High School Students' Interest in Biology. In: *Science Education International*. 2006, no. 17(1), pp. 31-48. ISSN: 1305-8223.
47. ŠORGO, A., VERČKOVNIK, T., KOCIJANČIČ, S. Information and Communication Technologies (ICT) in Biology Teaching in Slovenian Secondary Schools. In: *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, Slovenia*. 2010, no. 6(1), pp. 37-46. ISSN: 1305-8215, e-ISSN: 1305-8223.
48. MERINAT, Ch. *Utilisation des TIC en biologie*. HEP, 2012. 61 p. [visited 02.09.2016]
Available: https://www.patrinum.ch/record/17218/files/md_ms2_p22327_2012.pdf
49. DERSLER, M., EHRENBERG, R., SELA, L. Education for Thinking in Science and Technology Studies. In: *Eureka*. 2009, no. 27. [visited 7.06.2018]. Available: <https://storage.cet.ac.il/CetForums/Storage/MessageFiles/7250/88800/Forum88800M10I0.pdf>

50. STEINER, D., MENDELOVITCH, M. "I'm The Same Teacher": The Attitudes of Science and Computer Literacy Teachers Regarding Integrating ICT in Instruction to Advance Meaningful Learning. In: *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*. 2017, 13(5), pp. 1259-1282. ISSN: 1305-8223 (online) 1305-8215 (print) DOI 10.12973/eurasia.2017.00670a.
51. DEANEY, R., RUTHVEN, K., HENNESSY, S. Pupil perspectives on the contribution of information and communication technology to teaching and learning in the secondary school. In: *Research Papers in Education*. 2003, no. 18 (2), pp. 141-165. ISSN: 0267-1522.
52. ROSEN, Y. The effect of an animation-based online learning environment on higher-order thinking skills and on motivation for science learning. In: *Journal of Educational Computing Research*. 2009, no. 40 (4), pp. 451–467. Online ISSN: 1541-4140.
53. BARAK, K., SHANI, M., KURTZ, G. Third Agers Uses and Attitudes Towards Digital Technologies. In: *Proceedings of the 11-th Chais Conference for the Study of Innovation and Learning Technology: Learning in the Technological Era*. February 16-17, 2016. Y. Eshel-Alkalai, I. Blau, A. Caspi, N. Geri, Y. Kalman and V. Silber-Varod (eds.). Ra'anana: The Open University of Israel, 2016. pp. 256-258. [visited 25.03.2016] Available: <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2016/2016-book.pdf>
54. ХАЙБУЛИНА, К.В. Внедрение ИКТ в процесс обучения биологии в общеобразовательной школе. In: *Лесной вестник*. 2013, nr. 2, pp. 199-202. [visited 16.09.2016]. Available: <https://cyberleninka.ru/article/v/vnedrenie-ikt-v-protsess-obucheniya-biologii-v-obscheobrazovatelnoy-shkole>
55. КРЫЛОВА, Т.И. Средства современных информационно-коммуникационных технологий в организации домашней работы по биологии: дис. канд. пед. наук. Москва, 2010. 162 с.
56. КОСТОРНЫХ, Ю. А. Внедрение инновационных технологий и применение ИКТ на уроках биологии. In: *Актуальные вопросы современной педагогики: материалы III Междунар. науч. конф.* г. Уфа, март 2013 г. Уфа: Лето, 2013. pp. 169-171. [visited 26.09.2016]. Available: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/68/3526/>.
57. КОРОБЧЕНКО, А. Использование ИКТ на уроках биологии. [visited 27.05.2018]. Available: <https://pedsovet.org/publikatsii/biologiya/ispolzovanie-ikt-na-urokah-biologii>
58. ДЕМИНА, Т.М. Современные методы преподавания биологии. Информационно-коммуникационные технологии. [visited 27.05.2018]. Available: <http://urok.1sept.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/612108/>

59. COȘCODAN, D., MOȘANU-ȘUPAC, L. Ghid - online pentru profesorii de biologie. In: *materialele conferinței republicane a cadrelor didactice*, 1-2 martie 2019. ISBN 978-9975-76-266-3. Vol. II – *Didactica științelor naturii*, pp. 128-133. Ch.: UST, 2019. ISBN 978-9975-76-268-7.
60. PLACINTA, D., COROPCEANU, E. Valorificarea instrumentelor TIC în dezvoltarea competenței de investigare a proceselor biologice la liceeni. În: *Studia Universitatis, Științe ale Educației*. 2018, nr. 5(115), pp. 98-106. ISSN: 1857-2103.
61. COROPCEANU, E.; PLACINTA, D. Aplicațiile web în procesul educațional la biologie din perspectiva dezvoltării competenței digitale. În: *Univers pedagogic*. 2017, nr.1(53), pp.104-111. ISSN 1815-7041.
62. IVANCOV, L. Aplicațiile Google - un instrument util în procesul educațional. In: *materialele conferinței republicane a cadrelor didactice*, 1-2 martie 2019. ISBN 978-9975-76-266-3. Vol. II – *Didactica științelor naturii*, pp. 156-160. Ch.: UST, 2019. ISBN 978-9975-76-268-7.
63. CRISTEA, I. Aplicarea TIC la predarea biologiei. În: *Revista de Știință, Inovare, Cultură și Artă "Akademos"*. 2011, nr. 2(21), pp. 95-96. ISSN 1857-0461.
64. HAHEU-MUNTEANU, E. *Metodologia și etica cercetării în didactici particulare ale învățământului preșcolar. Suport de curs*. Ch.: UPS "I. Creangă", 2016. 118 p. ISBN 978-9975-46-279-2.
65. SILVERSTONE, R., HIRSCH, E. and MORLEY, D. Listening to a long conversation: an ethnographic approach to the study of information and communication technologies in the home. In: *Cultural Studies*. 1991, no. 5(2), pp. 204-227. ISSN: 0950-2386.
66. FORCOSH, A., MIODUSER, D., NACHMIAS, R. ICT Integrated Innovation in the International Research. In: *Flight and Practice*. 2012, no. 14, pp. 49-22. ISSN: 0793-3355.
67. DERSLER, M., EHRENBERG, R., SELA, L. *Education for thinking in science and technology studies*. Eureka, no. 27, 2009. [visited 7.06.2016]. Available: <https://storage.cet.ac.il/CetForums/Storage/MessageFiles/7250/88800/Forum88800M10I0.pdf>
68. ESHET, Y. *Technology integration in education: How to do it right?* Content Portal in Teaching and Teacher Education. Mofet Institute, 2013. [visited 14.10.2016]. Available: <https://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3596160,00.html>
69. Ministry of Education. *Adapting the Education System to the 21st Century. Providing CIL literacy to junior high schools*. 2013. [visited 23.11.2015]. Available: http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/MadaTech/hatamat_marechet_21/meyda_v_epirsumim/

70. VIDISLAVSKY, M., PELED, B., FABSNER, P. Adapting the School to the 21st Century Innovative Pedagogy. In: *Eureka*. 2010, no 30. Tel Aviv: National Teachers Center for Science and Technology, Center for Science and Technology Education, Tel Aviv University. [visited 28.05.2017]. Available: <https://www.matar.tau.ac.il/wpcontent/uploads/2015/02/newspaper30-docs05.pdf>
71. FRAILLON, J., AINLEY, J., SCHULZ, W., FRIEDMAN, T., GEBHARDT, E. *Preparing for Life in a Digital Age: The IEA International Computer and Information Literacy Study International Report*. Switzerland: Springer International Publishing, 2013. 307 p. ISBN: 978-90-79549-26-9.
72. CHWAT, A., KOLIKANT, B.-D. Y. Learning in a "Pedagogical Island" from students' perspective: The case of an ICT-based instructional unit in biology. In: *Learning in the Technological Era: Proceedings of the 11th Chais Conference for the study of Innovation and Learning Technologies*. Ra'anana: The Open University, 2016. pp. 216-225. [visited 25.09.2017]. Available: <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2016/2016-book.pdf>
73. SELWYN, N. Exploring the 'digital disconnect' between net-savvy students and their schools' Learning. In: *Media and Technology*. 2008, no. 31(1). pp. 5-17. ISSN: 1743-9884.
74. Ministry of Education. *Adapting the Educational System to the 21st Century. Master Document*. Version 11. 2011. Hebrew document with English abstract at the end. [visited 31.08.2015]. Available: <http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/79B5A8CF-F812-4A63-89BE-3BEFEB887EC5/142454/12.pdf>
75. Ministry of Education. *Adapting the Educational System to the 21st Century. Master Document*. Version 12. 2012. Hebrew document with English abstract at the end. [visited 29.01.2016]. Available: <http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/79B5A8CF-F812-4A63-89BE-3BEFEB887EC5/142454/12.pdf>
76. Raama. *Main Findings*. Israel, 2013. [visited 01.02.2014]. Available: <http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Rama/Meitzav/DochotMaarachtim.htm>
77. BEAUCHAMP, G., KENNEWEL, S. Interactivity in the classroom and its impact on learning. In: *Computers & Education*. 2010, no. 54 (3). pp. 759-766. ISSN: 0360-1315.
78. REIGELUTH, C. M., DUFFY, F. M. The AECT future minds initiative: Transforming America's school systems. In: *Educational Technology*. 2008, no. 48 (3). pp. 45-49. ISSN-0013-1962.
79. MIODUSER, D., NACHMIAS, R., FORCOSH, A., TOBIN, D. *Educational Innovation in ICT Integrated Schools. Research Report IEA-OECD*. Jerusalem: Office of the Chief Scientist in the Ministry of Education, 2003. ISSN: 1795-6889.

80. FULLAN, M. *The new meaning of educational change* (fifth edition). New-York: Teachers College, Columbia University, 2016. 298 p. ISBN: 978-0-8077-5680-5. Available: https://www.amazon.com/New-Meaning-Educational-Change-Fifth/dp/0807756806/ref=as_li_ss_il?s=books&ie=UTF8&qid=1466099675&sr=1-1&keywords=michael+fullan+the+new+meaning+of+educational+change&linkCode=li3&tag=motionle-20&linkId=62baa0d7c83e7feccaa3e4a0fb0e9a97
81. MIODUSER, D., NACHMIAS, R., FORCOSH-BARUCH, A. Study of ICT Integration in the Teaching of Mathematics and Science. In: *Findings of the International Study on ICT in Education SITES 2006*. Tel Aviv: Ramot Publishing - Tel Aviv University, 2009. 113 p. [visited 28.12.2015]. Available: http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/A309E050-32FE-4213-83D8-D1357C4EFF77/103948/SITES_2006_full_report.pdf
82. ISTE (International Society for Technology in Education). *National education technology standards* (NETS). 2003. [visited 08.07.2015]. Available: <http://cnets.iste.org>
83. NCES (National Center for Education Statistics). *Teachers' use of educational technology in U.S. public schools: 2009*. Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences. 2010. NCES 2010-040. [visited 08.07.2015]. Available: <http://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=2010040>
84. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). *Educational research and innovation: Are the new millennium learners making the grade? Technology use and educational performance in PISA 2006*. France, 2006. ISBN: 9789264076044. [visited 08 July, 2015]. Available: http://www.oecd.org/document/57/0,3746,en_2649_392632944_50003131_1_1_1,00.html
85. MELAMED, U., SALANT, A. *What have done the countries in the world that succeeded in their educational programs?* Tel Aviv: MASA - Teachers' Content Portal, Mofet Institute, 2010. [visited 03.10.2017]. Available: http://portal.macam.ac.il/ArticlePage.aspx?id=3045#_edn2
86. KESSLER, S. *School tech: 6 important lessons from Maine's student laptop program*. New York, 2011. [visited 03.10.2017]. Available: <http://mashable.com/2011/01/04/classroom-technology-education/#pAP1OGwqEsqM>
87. MELAMED, U., SALANT, A. *21st Century Skills World Review*. Tel Aviv: MASA - Content Portal in Teaching and Teacher Education, Mofet Institute, 2010. [visited 03.10.2017]. Available: http://portal.macam.ac.il/#_edn2

88. PLOMP, T., ANDERSON, E.R., LAW, N., QUALE, A. *Cross-National Information and Communication Technology Policies and Practices in Education*. Charlotte: Information Age Publishing, 2009. ISBN: 1-59311-018-9 (Paperback). ISBN: 1-59311-019-7 (hardcover).
89. UNESCO ISOC-OECD. *Report on the relationship between local content, Internet development and access prices*. 2011. 133 p. [visited 03.10.2016]. Available: <http://www.oecd.org/sti/ieconomy/50305352.pdf>
90. World Economic Forum. *Global IT Report*. 2012. [visited 05.10.2016]. Available: <http://reports.weforum.org/global-information-technology-2012/#>. 441 p. ISBN-10: 92-95044-33-9. ISBN-13: 978-92-95044-33-3.
91. Ministry of Education. *The guide to a computerized school*. Administration of ICT and information systems department of information technology: Jerusalem, 2010. [visited 09.12.2015]. Available: https://sites.education.gov.il/cloud/home/tikshuv/Documents/mdrich_ashalem_tikshuv.pdf
92. BARAK, M. Combining computer simulations in science teaching: is animation worth a thousand pictures? In: *Now Mutav*, 2012. no 9, pp. 15-28. [visited 12.02.2016]. Available: <http://www.mofet.macam.ac.il/masa/Pages/48/634665962052828433.aspx>
93. LIU, M., HORTON, L., OLMANSON, J., TOPRAC, P. A study of learning and motivation in a new media enriched environment for middle school science. In: *Educational technology research and development*. 2011, no. 59 (2), pp. 249–265. ISSN: 1042-1629.
94. PERRY, N. *Effectiveness of school learning through a personal blog*. Paper for the Title Master. Haifa University, 2008.
95. RANDALL, K. Adventures in Alien Rescue. In: *UT news The University of Texas at Austin*. June 28, 2013. [visited 19.02.2016]. Available: <https://news.utexas.edu/2013/06/28/adventures-in-alien-rescue>.
96. PINTRICH, P. R. The role of goal orientation in self-regulated learning. In: BOEKAERTS, M., PINTRICH, P. R., & ZEIDNER, M., eds. *Handbook of Self-Regulation*. San Diego, 2000, pp. 451-502. ISBN: 978-0-12-109890-2.
97. LIBMAN, Z. Constructivism in Education. In: LIBMAN, Z eds. *Learning, Understanding, Knowing: Exploring pathways to constructivist teaching*. Tel Aviv: Hakibbutz Hameuchad Publishing House and the Mofet Institute, 2013, pp. 13-52. ISBN 978-965-530-070-3. http://www.mofet.macam.ac.il/ktiva/publish/catalog/Documents/003_19.pdf
98. NISSIM, Y., BARAK, M., BEN-ZVI, D. Aptness between teaching roles and teaching strategies in science education while integrating information and communication technologies. In: *Proceedings of the 11-th Chais Conference for the Study of Innovation and Learning*

- Technology: Learning in the Technological Era*. February 16-17, 2016. Y. Eshel-Alkalai, I. Blau, A. Caspi, N. Geri, Y. Kalman and V. Silber-Varod (eds.). Ra'anana: The Open University of Israel, 2016. pp. 218-226. [visited 25.09.2016] Available: <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2016/2016-book.pdf>
99. DREYFUS, A., WAGREST, B. Teaching concepts and biological principles in a constructivist approach. In: LIBMAN, Z eds. *Learning, Understanding, Knowing: Exploring pathways to constructivist teaching*. Tel Aviv: Hakibbutz Hameuchad Publishing House and the Mofet Institute, 2013, pp. 234-265. ISBN 978-965-530-070-3.
 100. BARRON, A. Designing web-based training. In: *British journal of educational technology*, 1998, no 29 (4), pp. 355-371. Online ISSN: 1467-8535.
 101. BERGE, Z. Guiding principles in web-based instructional design. In: *Education media international*. 1998, no. 35(2), pp. 72-76. ISSN: 14695790, 09523987.
 102. OLIVER, R. *The role of ICT in higher education for the 21st century: ICT as a change agent for education*. Australia, 2002. [visited 15.03.2017]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.83.9509&rep=rep1&type=pdf>
 103. ELYAKIM, N. *The connection between teachers' constructivist conceptions and their modular patterns of use in the teaching and learning environment "time for knowledge"*. Paper for the title "Master of Humanities", Department of mathematical, scientific and technological education, specialization in technology and learning, Tel Aviv University, 2011.
 104. MANNY-IKAN, E., BERGER-TIKOCHINSKI, T., BASHAN, Z. Does the use of ICT-based teaching encourage innovative pedagogical interaction in the classroom? In: Y. Eshet-Alkalai, I. Blau, A. Caspi, N. Geri, Y. Kalman, V. Silber-Varod (Eds.), *Learning in the Technological Era: Proceedings of the 8th Chais Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies*. February 20-21, 2013, Raanana: The Open University of Israel, 2013, pp. 122-129. [visited 15.03.2017]. Available: https://www.openu.ac.il/innovation/chais2013/download/a2_3.pdf
 105. AFLALO, A. Contradictions in teachers' perceptions: the hidden barrier in the assimilation of computer technologies. In: *Journal for Studies and Research in Education, Dapim*. 2012, no. 54, pp. 139-166. ISSN: 5385-1565.
 106. BURDEN, K. *Learning from the bottom up – the contribution of School based practice and research in the effective use of Interactive Whiteboards for the FE/HE Sector*. Discussion paper presented at LSDA, Making an Impact Regionally Conference, The Earth Centre, Doncaster, 2002. 19 p. [visited 16.12.2015]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228777304_Learning_from_the_bottom_up_The_contribution_of_school_based

[practice and research in the effective use of interactive whiteboards for the FEHE sector](#)

107. TAMIR, R. *Assistive technology for teaching and learning*. Technological Pedagogical Development Department for Training and Development of Manpower. Ministry of Industry, Trade and Labor: Jerusalem, 2012. 127 p. [visited 19.12.2015]. Available: https://employment.molsa.gov.il/Employment/ManpowerTraining/Mea/LearningDisabilities/Documents/Maftechot_8_AssistiveTechnologies.pdf
108. OLSON, D.A., DeRUYTER, F. *Clinician's Guide to Assistive Technology*. St. Louis, Missouri: Mosby, 2002. 485 p. ISBN: 978-0-8151-4601-8.
109. SHAMIR-INBAL, T., KELLY, Y. Implementation of collaborative and interactive pedagogy by teachers who integrate ICT in their teaching. In: *Knowledge Sharing and Cooperative Learning*. 2006, pp. 183-193. [visited 21.12.2015]. Available: <http://telem-pub.openu.ac.il/users/chais/2006/07/chais-25-t-shamir%20etal.doc>
110. SHAMIR-INBAL, T., KELLY, Y. Teachers as designers of online activities: The role of socio constructivist pedagogies in sustaining implementation. In: *Design Principles & Practices: An International Journal*. 2009, no. 3(1), pp.89-100. ISBN-13: 978-1863359818 ISBN-10: 1863359818.
111. SHAMIR-INBAL, T., KELLY, Y. Assimilation of the ICT Culture in the School. In: Y. Eshet-Alkalai, A. Caspi, S. Eden, N. Geri, Y. Yair (eds.), *Learning in the Technological Era: Proceedings of the Chais Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies*, 2009. Ra'anana: The Open University. 2009, pp. 183-190. [visited 27.12.2015]. Available: http://telem-pub.openu.ac.il/users/chais/2009/morning/2_1.pdf
112. TAL, A., MINTZ, R., DRESLER, M. Spreading Wings: An initiative for the assimilation of ICT in Science and Technology studies. In: *Eureka*. 2006, no. 23. pp.1-11 [visited 21.01.2016]. Available: <https://www.matar.tau.ac.il/wp-content/uploads/2015/02/newspaper23-doc06.pdf>
113. BROOKS, J., BROOKS, G. *Towards constructivist teaching, in search of understanding*. Tel-Aviv: Ministry of Education, Culture and Sport Pedagogical Director, Curriculum Department Branco Weiss Institute for the Promotion of Thinking, 1997. ISBN: 0-87120-211-5.
114. VRASIDAS, C., McISAAC, M.S. Integrating technology in teaching and teacher education: Implications for policy and curriculum reform. In: *Educational Media International*. 2001, no. 38(2-3), pp. 127-132. Print ISSN: 0952-3987 Online ISSN: 1469-5790.

115. BADARNE, G. Psychopedagogic implications of significant learning and innovative pedagogy. In: *Актуальные научные исследования в современном мире*, Ukraine, 2017, 7 (27), pp. 19-24. ISSN 2524-0986 <https://elibrary.ru/item.asp?id=30037262>.
116. Ministry of Education. *Main Alternatives to Teaching, Learning and Evaluation Processes*. Jerusalem: Pedagogic Development - Pedagogic Secretariat, 2014. 26 p. [visited 27.01.2016]. Available: http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/AgafPituachPedagogi/HalufotHaaracha1.pdf
117. AUSUBEL, D.P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978. 733 p. ISBN 0030899516, 9780030899515.
118. Ministry of Education. *Something good is happening now- milestones in significant learning, Israel moves up a grade*. Jerusalem: The author, 2014. 30 p. [visited 27.01.2016]. Available: <http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/126241AF-D044-42EA-BF7B-7660760C7263/193744/MashehuTovKoreAcshaiv.pdf>
119. HARPAZ, Y. Conditions for a Significant Learning. In: *The Echo of Education*. 2014, no. 40, pp. 40-45. [visited 24.02.2016]. Available: https://yoramharpaz.com/pubs/learning/meaningful_learning_conditions.pdf
120. COHEN, S. Significant Learning in Science and Technology Studies. Intermediate Reading. In: *Journal for Science and Technology Teachers in Junior High*. 2014, no. 22-23, pp. 4-5. [visited 25.02.2016]. Available: <https://www.motnet.proj.ac.il/wp-content/uploads/2016/08/%D7%9C%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%94-%D7%9E%D7%A9%D7%9E%D7%A2%D7%95%D7%AA%D7%99%D7%AA-%D7%91%D7%9C%D7%99%D7%9E%D7%95%D7%93%D7%99-%D7%9E%D7%93%D7%A2-%D7%95%D7%98%D7%9B%D7%A0%D7%95%D7%9C%D7%95%D7%92%D7%99%D7%94.pdf>
121. AVNI, A., ROTEM, A. *Significant Learning 2020- Technology Shapes Meaning. An online enterprise for ethics*. Israel, 2013. [visited 30.04.2017]. Available: <http://ianethics.com/wpcontent/uploads/2013/09/deeper-learning-2020-AI-.pdf>
122. PERNEPS, A. *Types of motivation and significant learning experiences. Experiences of meaning, and their application in the context of education and learning Blog*. Israel, 2014. [visited 30.04.2017]. Available: from: <https://fieldsofmeaning.wordpress.com/2014/01/30>
123. VIDISLAVSKY, M. Significant Learning. In: *Eureka*. 2014, no 37, pp. 1-10. Tel Aviv: National Teachers Center for Science and Technology, Center for Science and Technology Education, Tel Aviv University. [visited 22.05.2017]. Available: <https://www.matar.tau.ac.il/wp-content/uploads/2015/02/newspaper37-doc01.pdf>

124. AZOULAY, S. *Nine pedagogical principles for meaningful teaching*. Branco Weiss Institute. Jerusalem: Initiating, 2015. 24 p. [visited 12.10.2016]. Available: <https://brancoweiss.org.il/wp-content/uploads/2015/06/%D7%AA%D7%A9%D7%A2%D7%94-%D7%A2%D7%A7%D7%A8%D7%95%D7%A0%D7%95%D7%AA-%D7%9C%D7%94%D7%95%D7%A8%D7%90%D7%94-%D7%9E%D7%A9%D7%9E%D7%A2%D7%95%D7%AA%D7%99%D7%AA.pdf>
125. BEEKMAN, G. *Computers Technology and Society: Facing the Future*. (Translation: Kedem Ben Zvi, p.). First printed in 2000. Ramat Gan: Focus Computers, 2001. ISBN: 0770000116809.
126. HOWLAND, J.L, JONASSEN, D., MARRA, R.M. *Meaningful learning with technology*. 4th ed. Allyn & Bacon, 2011. 312 p. ISBN-13: 978-0132565585, ISBN-10: 0132565587.
127. GRABE, M., GRABE, C. *Integrating Technology for meaningful Learning*. Boston: Houghton Mifflin, 2007. ISBN-10: 0395871360.
128. **BADARNE, G. ICT integration in studying science from the perspective of innovative pedagogy. In: *Acta et Commentationes, Sciences of education*, 2017, no. 1(10). Ch.: TSU. pp. 85-92 ISSN 1857-0623.**
129. WARGAN, Y. Professional and Technological Education: Chapter I - General Background and the Situation in Israel. pp. 8-9. In: WARGAN, Y., NATHAN, G. *Vocational and technological education In Israel and worldwide*. Jerusalem: The Knesset Research and Information Center, 2008. 64 p. [visited 15.12.2015]. Available: https://fs.knesset.gov.il/globaldocs/MMM/8b5a6b58-e9f7-e411-80c8-00155d010977/28b5a6b58-e9f7-e411-80c8-00155d010977_11_8650.pdf
130. WARGAN, Y. *Science Studies in Secondary Education: The state of physics studies*. Jerusalem: The Knesset Research and Information Center, 2009. 13 p. [visited 15.12.2015]. Available: https://fs.knesset.gov.il/globaldocs/MMM/875b6b58-e9f7-e411-80c8-00155d010977/2_875b6b58-e9f7-e411-80c8-00155d010977_11_8597.pdf
131. Ministry of Education, Culture and Sport. *Teaching Biology - in the Laboratory and in the Field*. Jerusalem: The Pedagogic Secretariat, 2006. 68 p. [visited 15.12.2015]. Available: <http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/214251B5-5A40-43CE-B017-24316F75B958/165370/choveret.doc>.
132. Ministry of Education. *Biology Curriculum for the High School in All Sectors*. Jerusalem: The Pedagogical Secretariat, Planning and Curriculum Development Division, 2015. [visited 29.01.2016]. Available: http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/biology/tochnitlimudim2015.doc

133. ORLY, S. *Master's thesis for biology teachers: Collaborative learning through model building as a tool for knowledge building*. Israel, Rehovot: Weizmann Institute of Science, 2014. [visited 18.01.2016]. Available: http://www.weizmann.ac.il/ScienceTeaching/Yarden/sites/ScienceTeaching.Yarden/files/uploads/orli_samcha.pdf
134. MANNY-IKAN, E., ROZEN, D. *Teaching Science in Israel: Courses, Challenges and Leverages for Change*. Jerusalem: Henrietta Szold Institute - The National Institute for Research in the Behavioral Sciences, 2013. 26 p. [visited 28.01.2016]. Available: <https://www.szold.org.il/wp-content/uploads/2016/09/Maday-8.pdf>
135. GOLDSCHMIDT, R. *Science and Technology Education*. Jerusalem: The Knesset Research and Information Center, 2010. [visited 23.02.2015]. Available: <http://www.knesset.gov.il/mmm/data/pdf/m02519.pdf>
136. MELAMED, A. *Computerizing Education Systems in the World*. The Ministry of Education, the Director of Training and Professional Development of Teaching Staff and the Mofet Institute, School for Research and Development of Programs in Training of Education and Teaching Staff in Colleges, Israel 2010. ISBN: 978-965-530-028-4.
137. WEISSBLAY, E., WEININGER, A. *The Israeli Education System - Selected issues from the work of Education, Culture and Sports Committee*. Jerusalem: The Knesset, Research and Information Center, 2015. [visited 17.03.2016]. Available: <https://m.knesset.gov.il/Activity/Info/MMMSummaries19/Education.pdf>
138. TSYBULSKIY, D. *The effect of educational field trips to university research labs on student's understanding of the nature of science and attitudes towards science*. Thesis submitted for the degree of "Doctor of Philosophy". Jerusalem: Hebrew University, 2012. [visited 11.7.2015]. Available: http://library.macam.ac.il/study/pdf_files/d11909.pdf
139. **BADARNE, G. The Israeli national program for adapting the education system to the 21st century: the factors involved and the expectations from ICT. In: *Acta et Commentationes, Sciences of education*, 2019, no. 1(15). Ch.: TSU. pp. 119-130 .ISSN 1857-0623 .E-ISSN 2587-3636.**
140. ASHBURN, E. A., FLODEN, R. E. *Meaningful learning using technology: What educators need to know and do*. New York: Teachers College Press, 2006. ISBN-13: 978-0807746844 ISBN-10: 0807746843.
141. DARSLE, M., SELA, L., SECOND, M. *Teaching towards Significant Learning. Eureka*, no 37, 2014, Tel Aviv: National Teachers Center for Science and Technology, Center for Science and Technology Education, Tel Aviv University. [visited 22.05.2017]. Available: <https://www.matar.tau.ac.il/wp-content/uploads/2015/02/newspaper37-docs 02.pdf>

142. AVIDAR, M., RAM, E. BARKAT, M. *Projects-based teaching and learning*. Jerusalem: Publications Division, Ministry of Education, 2015. pp. 23-28. [visited 19.02.2016]. Available: <http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/6B113253-2FEF-4BDF-B870-9A9E43F5C266/204156/NetivimPitronBeayot.pdf>
143. SHERTZL, Y. *Implementing Information Skills as a Way to a Meaningful Learning*. Tel Aviv: The MOFET Institute, 2014. [visited 15.07.2016]. Available: <http://www.mofet.macam.ac.il/infocenter/reviews/Documents/%D7%99%D7%99%D7%A9%D7%95%D7%9D%20%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%9E%D7%A0%D7%95%D7%9%D7%95%D7%AA%20%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%A2%20%D7%9B%D7%93%D7%A8%D7%9A%20%D7%9C%D7%9C%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%94%20%D7%9E%D7%A9%D7%9E%D7%A2%D7%95%D7%AA%D7%99%D7%AA.pdf>
144. BADARNE, G., PAVEL, M. **The pedagogical model of integrating information and communication technologies in the process of teaching-learning of biology. In: proceeding of the National Scientific Conference with International Participation *Higher Education: Traditions, Values, Perspectives*, September 27 - 28, 2019. Ch.: TSU, 2019. ISBN: 978-9975-76-283-0. Vol I. Exact and Natural Sciences and Didactics of Exact and Natural Sciences. pp. 143-149. ISBN: 978-9975-76-284-7.**
145. BECK, S. Getting off the tree: A new look on the experience in teacher training. In: *MOFET Institute Journal*. 2014, no 53, pp. 6-12. [visited 25.09.2015]. Available: <http://www.mofet.macam.ac.il/ktiva/bitaon/Documents/bitaon53.pdf>.
146. SCHWARTZ, Y., STERN, L. *Scientific Literacy - Changing Concepts and Approaches in Science Teaching* [online]. Jerusalem: Ministry of Education, Pedagogical Secretariat Supervision of the Teaching of Matav, 2007. [visited 11.01.2015]. Available: <http://www.mofet.macam.ac.il/masa/Pages/31/634645008401768884.aspx>.
147. HERSHKOWITZ, O., ABERGIL, S., DORI, J. Knowledge of teachers and development of assessment tasks during the implementation of the new curriculum in chemistry [online]. In: *About Chemistry*. 2014, no. 24, pp. 21-28. [visited 29.10.2017]. Available: <https://chemcenter.weizmann.ac.il/Uploads/dbsArticles/1694.pdf>
148. VAN ROOY, S. W. Using information and communication technology (ICT) to the maximum: learning and teaching biology with limited digital technologies. In: *Journal Research in Science & Technological Education*. 2012, no. (30)1. ISSN: 0263-5143.
149. OLDHAM, V. Effective use of ICT in secondary science: guidelines and case studies. In: *School Science Review*. 2003, no. 84 (309), pp. 53-60. ISSN 0036-6811.

150. Education Audiovisual & Culture Executive Agency. *3D LAB support system for biology teaching/learning*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani Pedagoška fakulteta, 2008. ISSN 1977-0979 (elektronikus kiadás) ISSN 1725-518X.
151. SALANT, A. Online Cooperative Learning: Principles, Processes and Tools [online]. In: *Digital knowledge and curiosity*, 2014. Online ISSN: 46680. [visited 06.02.2018]. Available: <http://amisalant.com/?p=7531>
152. HERSHKOWITZ, O., DORI, J. Cooperative Learning - Application of the Jixu Method in the Chemistry Lab on Acids and Bases. In: *The Pedagogical Secretariat, Ministry of Education, Halacha LeMa'ase*. 1996, no. 11. ISSN: 0334-2387.
153. EZEKOKA, G. K. Maximizing the effects of collaborative learning through ICT. In: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2015, no. 176, pp.1005 – 1011. ISSN: 1877-0428.
154. ZOHAR, A. Developing the thinking in the teaching of science and technology in the spirit of "the pedagogical horizon". In: *Eureka*. 2009, no. 27. [visited 06.12.2017]. Available: <https://www.matar.tau.ac.il/wp-content/uploads/2015/02/newspaper27-doc03.pdf>.
155. YARDEN, H., YARDEN, A. Learning using dynamic and static visualizations: Students' comprehension, prior knowledge and conceptual status of a biotechnological method. In: *Researching Science Education*. 2010, no. 40(3), pp. 375-402. ISSN: 0157-244X. ISSN Online: 1573-1898.
156. ABDULLAHI, H. The role of ICT in teaching science education in schools. In: *International Letters of Social and Humanistic Sciences*. 2014, no 19, pp. 217-223. ISSN: 2300-2697.
157. **BADARNE G. Use of ICT for the improvement of the teaching and learning within biology class. In: *proceedings of the Republican Teachers' Conference, March 1-2, 2019. ISBN 978-9975-76-266-3. Vol. II – Didactics of the natural sciences, pp. 111-118. Ch.: TSU, 2019. ISBN 978-9975-76-268-7.***
158. MENDELS, Y. *Technology integrated alternative assessment*. Israel, Education in Tapuach Association, 2016. [visited 21.02.2018]. Available: <https://www.pbl-academy.com/single-post/2016/08/03>.
159. HERSHKOWITZ, A. An alternative assessment kit in chemistry. Israel Rehovot: The National Center for Chemistry Teachers at the Weizmann Institute, 2016. [http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut Pedagogit/Chimya/takzirim2016.pdf](http://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/Chimya/takzirim2016.pdf)
160. AMAR, N., SHAHAR, H. Alternative assessment: principles and difficulties. In: *Inter-Cultural Society and Education*. 2007, no. 38. [online]. [visited 23.01.2016]. Available: <https://www.itu.org.il/?CategoryID=1150&ArticleID=8879>

161. KLUYER, R. On the Method of Evaluating Creativity in the Classroom. In: *Lexi-Kay*. 2014, no 1, pp. 11-13. ISSN online: 2664-7397, ISSN 2664-7389. [visited 17.11.2015]. Available: <http://www.levladaat.org/data/upl/maamarim/haarahatyetsiratiyut.pdf>
162. DOLEV, O., GOLDSTEIN, O. Implementation of the project-based learning incorporating ICT in elementary school. In: *Proceedings of the 12th Chais Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies: Learning in the Technological Era*. February 14-15, 2017. Raanana: The Open University of Israel, 2017. pp 235-237. [visited 19.08.2018]. Available: <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2017/2017-book.pdf>
163. BELL, S. Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. In: *Journal The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*. 2010, no. 83 (2), pp. 39-43. ISSN (printed): 0009-8655. ISSN (electronic): 1939-912X.
164. CHANLIN, L. J. Technology integration applied to project-based learning in science. In: *Journal Innovations in Education and Teaching International*. 2008, no 45, pp. 55-65. ISSN: 1470-3297.
165. RAM, A. A project-based learning community - pedagogy for the third wave. In: *Eureka*. 2016, no. 39, pp. 16 – 23. [visited 21.08.2018]. Available: <https://www.matar.tau.ac.il/wp-content/uploads/2016/07/04-%D7%9E%D7%90%D7%9E%D7%A8-%D7%A7%D7%94%D7%99%D7%9C%D7%95%D7%AA-%D7%9C%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%941.pdf>
166. The Mofet Institute. *ICT tools for implementing a digital portfolio in schools*. Inter-Committee Information Center, 2014. [visited 27.02.2018]. Available: <http://portal.macam.ac.il/ArticlePage.aspx?id=10033>.
167. ROMM, A., HAFIF, A., GONDA KEREN, Y., SOLIMANY, R., NACHSHON, M. The portfolio as a teaching-learning-evaluation tool in MUTAV studies. Weizmann Institute of Science, 2017. [visited 28.02.2018]. Available: http://www.mutal.weizmann.ac.il/wpcontent/uploads/2017/03/42_ppdf.pdf.
168. ASH, K. E-Portfolios evolve thanks to WEB 2.0 tools. In: *Education Week Digital Directions*. 2011, no 04 (03), pp. 42-44. ISSN 0277-4232.
169. HERTZ, B. M. Using E-Portfolios in the Classroom. In: *Edutopia*, Israel, 2013. [visited 26.02.2018]. Available: <https://www.edutopia.org/blog/e-portfolios-in-the-classroom-mary-beth-hertz>
170. MA'ATUF, A. Dropr - portfolio. Small, Large Tools. [online]. Israel, 2014. [visited 27.02.2018]. Available: <https://digitalpedagogy.co/2014/03/15/dropr->

171. Ministry of Education. Digital Portfolio - The MOTAV Project (Science and Technology in Society). [online]. In: *The educational cloud*, Israel, 2015c. [visited 28.02.2018]. Available: http://sites.education.gov.il/cloud/home/Lemida_Merahok/Pages/talkit_mutav.aspx.
172. OFERDAHL, E., IMPEY, C. Assessing General Education Science Courses: A Portfolio Approach. In: *Journal of College Science Teaching*. 2014, no. 43 (5), pp. 19-25. ISSN: 0036-8555.
173. BAR-LEV, A. Methods of Alternative Evaluation and its Application [online]. In: *Kesher Ain*. 2015, no. 246, pp. 30-33. [visited 29.12.2018]. Available: <http://portal.macam.ac.il/article/%d7%a9%d7%99%d7%98%d7%95%d7%aa%d7%94%d7%94%d7%a2%d7%a8%d7%9b%d7%94%d7%94%d7%97%d7%9c%d7%95%d7%a4%d7%99%d7%aa-%d7%95%d7%99%d7%99%d7%a9%d7%95%d7%9e%d7%94/>
174. REYNARD, R. Technology's Impact on Learning Outcomes: Can it be measured? In: *The Journal*, May 2009. ISSN: 0020-4277. ISSN (electronic version): 1573-1952.
175. LAMDAN, A. Differential teaching-learning to advance the heterogeneous class. In: *Journal for Research and Review*. 1994, no. 1, pp. 49- 52. ISSN: 0793-3355.
176. KERLINGER, F. N. *Foundations of behavioral research*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1986. 3rd ed., 667 p. ISBN: 0030417619.
177. FRIEDMAN, Y. *Research Questionnaires in the Social Sciences and Education Approaches and Stages of Preparation*. Israel, Achva College, 2013. ISSN: 0793-3355.
178. DORI, S., KURTZ, G. Students' Perceptions of Meaningful Learning via ICT. In: *Proceedings of the 10-th Chais Conference for the Study of Innovation and Learning Technology: Learning in the Technological Era*. February 10-11, 2015. Y. Eshel-Alkalai, I. Blau, A. Caspi, N. Geri, Y. Kalman and V. Silber-Varod (eds.). Ra'anana: The Open University of Israel, 2015. pp. 222-224. [visited 25.03.2016]. Available: <https://www.openu.ac.il/innovation/chais2015/download/Chais2015.pdf>
179. GLYNN, S. M., KOBALLA, Th. R. Jr. Motivation to learn college science. In: J. J. MINTZES and W. H. LEONARD, eds. *Handbook of College Science Teaching*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press, 2006, pp. 25-32. [visited 19.07.2017]. Available: <https://coe.uga.edu/assets/downloads/mse/smqii-10-glynn-koballa-2006.pdf>
180. SHAVIV-SCHNIEDER, G., YAIR, G., MILGROM, Z. From computer illiteracy to ICT literacy: how principals of elementary schools become ICT literate – characteristics of the process. In: *Proceedings of the Chais Conference for the Study of Innovation and Learning Technology: Learning in the Technological Era*. February 6, 2008. Y. Eshet-Alkalai, A. Blau, A. Caspi, N. Geri, Y. Kalman, V. Zilber-Varod (eds.). Ra'anana: The Open University, 2008.

pp. 177-184. [visited 21.07.2016]. Available: http://telem-pub.openu.ac.il/users/chais/2008/evening/2_1.pdf

181. **BADARNE, G., PAVEL, M.** Effects of integrating information and communication technologies in the process of teaching-learning of biology on student's achievements. In: *proceedings of the Republican Teachers' Conference*, February 28-29, 2020. ISBN 978-9975-76-300-4. Vol. II – Didactics of the natural sciences, pp. 124-130. Ch.: TSU, 2020. ISBN 978-9975-76-304-2.
182. **BADARNE, G.** The effects of ICT integrated learning on motivation and self-efficacy to learn biology. In: *Studia Universitatis Moldaviae, Sciences of education*. 2019, nr. 5(125), pp.79-86. ISSN: 1857-2103. ISSN online: 2345-1025.
183. **KOLIKANT, B.-D. Y.** Using ICT for school purposes: Is there a student-school disconnect? In: *Computers & Education*. Nov 2012, no 59 (3), pp. 907-914. ISSN:0360-1315.

ANEXE

Anexa 1. Chestionar pentru elevi

Details of questionnaire definitions by categories

Number of definition	Categories
22 ,12 ,9 ,8 ,7 ,4 ,3 ,2 ,1	Motivation and self-capability
27 ,26 ,25 ,24 ,23 ,20 ,16, 14 ,10	Student approaches
21 ,11 ,19 ,17 ,18 ,15 ,13 , 6, 5	Meaningful learning

A questionnaire about use of ICT in biology and science classes

Gender: girl/boy

grade:_____

Dear student,

We will thank you for answering the question after a considerable thought.

1. I am happy with studying biology integrated with ICT (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

2. I believe I will get a high grade in biology integrated with ICT (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

3. ICT integration will help to understand the material better (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

4. I will be more focused in biology class when it is ICT integrated (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

5. I am more active in a biology class integrated with ICT than in a regular class (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

6. In ICT integrated biology class, I study from my classmates as well (not only from the teacher) (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

7. With ICT I can succeed in biology even without the help of the teacher (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

8. I am sure that I could do the work and tests in biology integrated with ICT very well (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

9. The integration of ICT makes the biology subject more interesting (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

10. I would like all classes in the school to be integrated with ICT (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

11. In ICT integrated biology classes the time in the classroom goes to waste (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

12. Learning ICT integrated biology is difficult for me (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

13. I can help others in ICT integrated biology classes (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

14. ICT integrated biology classes bore me (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

15. In the ICT biology classes I can express ideas of my own (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

16. I think it is more interesting to learn biology with ICT than in the regular method (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

17. The ICT biology classes made me / will make me enjoy and have a learning experience (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

18. Learning biology in ICT environment leads / could lead to a sense of involvement in the learning (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

19. Learning biology in ICT environment contributes to knowledge development (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

20. I believe that the learning in ICT environment will assist me in the future as well (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

21. The teaching of biology in ICT environment encourages learning related to everyday life (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

22. Learning in ICT environment creates difficulties and causes stress in class (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

23. The ICT integrated learning will be / was different from learning biology until then. (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

24. I am happy with learning ICT integrated biology (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

25. I prefer learn and be examined more in ICT integrated biology than in the traditional frontal biology classes (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

26. If I could choose, I would pick learning ICT units in other subjects as well. (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

27. In my opinion, the computerized exam can better identify the students' competence in biology than the theoretical one. (Definitely agree \ Agree \ Disagree \ Strongly disagree). Put into detail/Give an example

Anexa 2. Scrisoare de solicitare adresată profesorilor pentru acordul de participare la cercetare

The school year: 2017/2018

Date: _____

Dear Teacher,

Re: Your participation in a research on ICT Integration in the Process of Teaching Biology in Middle-School in Israel

I wish to request your consent to participate in the research in question, which is planned to take place in the school where you are employed. The research focuses on the examination of the effect of teaching and learning that base on the integration of ICT in biology studies in 9th grade on students' achievements in the studied topics. For the purpose of the study, I would like your participation in these activities:

1. During the teaching of the topics; The Cell and Systems and Processes in Living Things, Feeding and The Digestive System, I ask you to participate in the meetings that will be guided by me in order to design the methods for implementation in the classrooms of teaching the above subjects in a way that is based on integrating ICT tasks during the teaching and the learning.

2. The meetings will be held, with the consent of the school's management, in coordination with the teachers agreeing to participate in the study, once every three weeks for three months (about 4-5 in total) and each one will take about 45-60 minutes. They will engage in application of advanced learning and teaching approaches via technology and technologies in education, how to innovatively use them in the teaching and the learning.

3. During the period mentioned above, I will ask to observe in several lessons in which the teachers will implement the principles of teaching that were discussed at the meetings I have guided. The documentation of the observations will be in writing. After one of the lessons, in which an observation would be held, I will ask to interview every subjected teacher individually. The main target of the interview is to examine the teachers' conceptions regarding the significant maneuvers in class from their point of view in relation to ICT integration in biology studies and its effect on the motivation to learn and the understanding of the material due to the courses of learning and the evaluation tasks that have been conducted. The interview will be documented in writing as well. In order to cross-reference the information collected during the observations with the information collected in the interview I will write the name of the subjected teacher on the documentation sheets of the observations and interviews (no particulars identifying details of any other person shall be recorded except for the subjected teacher's himself).

4. I will ask to receive from the subjected teachers copies in writing of tests and evaluation tasks their students performed during the research period. As well as a report via "mapping forms",

that I will give them for the results of the tests and assessment tasks to be included in the teaching in the research's framework. It should be emphasized that every identifying detail in the copies of the tests and the assessment tasks to be submitted must be deleted (before they are delivered) every detail that identifies the students. The "mapping forms" will also not record any detail identifying any student.

In addition to collecting the above information from the teachers, the collection of unrecognized information from the students is planned for the research, including the following:

1. A questionnaire for students who will examine professional and personal characteristics, **Motivation: internal competence and orientation, students' attitudes toward meaningful learning with the integration of ICT in biology classes**, and will demonstrate the students' use of ICT in the lesson.
2. At the end of completing the above questionnaire, I will ask to conduct an individual interview with the students, in which I will ask them to relate to the learning processes in the subjects studied with the ICT integration. The interview will last for 15 minutes at most. In order to participate in it, each student would leave the class in coordination with the teacher. The students' interviews will also be documented in writing without specifying any detail identifying the interviewee or any other person.

All information from the students will be edited in a way that does not identify the subjected students, (the cross-referencing of the data collected from students from the various sources will be edited at a group level only). It is also important to clarify that:

1. I will ensure that the identification data collected about the teachers is kept confidential by storing them in a password-protected file known only to me and to the instructors of my work. I also undertake to permanently omit any identifying detail from the data that I collect immediately upon the completion of the processing of the findings or until December 31, 2018, whichever is earlier.
2. The research findings will be published in a way that will not allow the subjects to be identified.
3. The right of the teachers to decide not to participate in the research, as well as the right of those who have begun to participate, to cease their participation at any moment.
4. If you would like to receive more information about the research program, please contact me, my phone number- 0544636451.
5. If you agree to your participation in the study described, you are requested to fill in the enclosed letter of consent and submit it as soon as possible to the school secretariat.

Best regards, Ghalib Badarne, PhD student at the Tiraspol State University from Moldova

Anexa 3. Scrisoare de consimțământ din partea profesorilor participanți la studiu pentru colectarea informațiilor identificate

Dear Mr. Ghalib Badarne,

Re: My participation in the research on "Integration of ICT in the process of teaching biology in junior high schools in Israel"

Since you are doing research on "**Integrating ICT into the process of teaching biology in junior high schools in Israel**" and since you requested my consent to participate in instructional sessions under your guidance at school as well as my participation in information gathering activities that include identifying data about me.

I hereby declare:

1. That you have explained to me the research objectives and the topics and issues to be examined within it;
2. That you have explained to me all the actions and their content in which I will participate in this research;
3. That you specify the time at which the identification will be permanently deleted from the data collected about me;
4. That you have described to me the measure you will take to ensure the confidentiality of the identified data until identification is removed permanently;
5. Because you undertook that the findings of the study should be published in a manner that would not allow the participants to be identified after I understood all of the above, I hereby give my consent to participate in all of the aforementioned activities. The collection of the data, with my obligation to comply with the curriculum set in the Science and Technology (Biology) course in middle-school.

In witness whereof I have Signed

Signature

Name of the teacher

Date

Anexa 4. Testele la biologie de examinare a achizițiilor elevilor înainte și după experiment

A. Two mapping tests to test the level of knowledge for students in biology before and after the experiment (use of ICT).

1. First Test October 2017:

Al Ain Preparatory



School – Kafr Yasif

A monthly biology exam 1 for the ninth grade

Student Name: _____

class: _____

Circle in the correct answer, and detail your answer (40 Marks)

1) Observations in liver cells showed that the number of mitochondria in a cell is larger compared to skin cells. What can be deduced from this result?

1. Liver cells produce more energy than skin cells.
2. Liver cells within the body, which reach less oxygen than skin cells.
3. Skin cells also breathe without oxygen.
4. Cells in the outer skin layer are eroded and replaced faster than liver cells.

2) Plants are called products because they are:

1. Able to produce inorganic materials from organic materials
2. Dissolution of organic matter
3. Organic substances are produced from inorganic materials
4. Because they are not self-feeding

3) The tissue in the living body is:

1. A group of cells with a common function and a similar structure.
2. Sew a wound in the skin to stimulate wound healing.
3. Each group of cells connected to each other.
4. A group of cells of different types present in the same organ.

4) Which group of the following material groups are organic materials?

1. Complex sugars, albumin, vitamins and fat
2. Complex sugars, albumin, water and carbon dioxide Calcium salts, iron salts, water and oxygen
4. Enzymes, nitrogen salts, water and iron salts

5) The seeds get energy that needs to germinate straight from:

1. Mineral salts in soil.
2. The oxygen in the soil.
3. Saving materials in which.
4. Sunlight

6) The process that occurs in the mitochondria in the cells of the creature's body can affect its environment because:

1. This process releases oxygen into the environment.
2. This process reduces the amount of carbon dioxide in the environment.
3. This process reduces the temperature of the environment.
4. This process releases heat into the environment.

7) Which of the following materials can operate a source of energy in humans? Explain your answer using the equation of interaction of the process of cellular respiration and explain the base where this process occurs

1. Proteins
2. Sugars
3. Water
4. Iron and phosphate

8) common between starch and glycogen and fats:

1. They are savings materials and do not change the pressure in the cells
2. They are savings materials and change the pressure of the Osmosis in the cells
3. Regulates the osmotic pressure and insoluble in cytoplasm
4. Saving material and moving from one cell to another across the membrane

9) What is the source of cholesterol in the human body?

1. Part of it is built in the body and the other source of animal food.
2. Part of it is built in the body and the other is derived from vegetarian food.
3. Cholesterol is not built in the body and its source of vegetarian food only
4. Cholesterol is not built in the body and its source is animal food only

10) What can be said about water in the human body?

1. General and good solvent therefore constitutes a suitable medium for chemical reactions in the body
2. Inorganic materials, which is the main compound in the body in terms of quantity
3. There are many interactions in it but it is never shared
4. All answers are correct

Section II: (60 marks)

1. The process of oxidation of organic materials to produce energy in all living organisms.

A. Write the equation of the chemical reaction of the process, and in which cell occurs the cell?

B. The human body of 40 kg produces chemical energy (ATP) per day, but when examining the amount of energy in the cell we find it very low! Explain.

2. A herd of cattle is permanently grazed in a particular field. A carbon atom in the food eaten by a certain cow eventually reached the body of another cow. Describe a possible path of the carbon atom from the first cow's food until it reaches the body of the second cow.

3. In many patients, the patient is fed a glucose solution by injection into the vein, but sugar can not be injected with sucrose, for example. Because: He explained your answer using the advantages of glucose?

4. Sugars:

A) What is the importance and function of sugars in the body?

B) What is the basic building unit for sugars? -----

C) Indicate the difference between monosaccharides, disaccharides and complex sugars? Address the features

D) Can the cell membrane be made of sugars only? Explain your answer?

5. An alternative medicine company has published a drug that eliminates all cholesterol and fat in the body and leads to a reduction in blood levels to 0 mg / ml. Do you recommend using this medicine? Explain your answer?

With great success

Staff of biology teachers

2. Test Two December 2017:

Al Ain Preparatory



School – Kafr Yasif

Biological examination 2 of the ninth class

Student Name: _____

class: _____

Section 1: Circle the correct answer (20 marks).

1. The basic compound that gives the plant cell its shape is:

A – starch b – glycogen c – cellulose d – sucrose

2. When the human temperature approaches 42 ° C, there is a need to reduce the temperature, why is it important to reduce the temperature? (Answer your answer)

1. High temperature may cause high acidity of the body cells.
2. High temperature may damage the enzymes, thereby disrupting the basic processes that occur in the cell.
3. A high temperature may increase glucose analysis and thus lower blood glucose level.
4. Elevated temperature may increase the glycogen analysis of the liver, lowering the level of sugar in the blood.

3. Which group of the following materials are organic?

1. Complex sugars, albumin, vitamins and fat
2. Complex sugars, albumin, water and carbon dioxide
3. Calcium salts, iron salts, water and oxygen
4. Enzymes, nitrogen salts, water and iron salts.

4. Biologists discovered a kind of drug hinders the process of producing proteins in the cell, so it can be assumed that this poison affects: the answer to your answer

1. Mitochondria 2. Membrane cell 3. Ribosome 4. Cell wall

5. A multicellular organism whose cells are nuclei and without walls?

1. bacteria 2. fungus 3. animal 4. Plant

Section 2: Explain the following facts using an illustration (35 marks).

1. Red blood cells entering a 0.9% solution NaCl (physiological solution) do not swell or contract.

2. Keep fruit jam in a concentrated sugar solution for a long time without rot.

-
-
3. Red blood cells inserted into the salt concentration in it is known and shrunk immediately.
-
-

4. How to cancel the plasmolysis of plant cells passed through the process of plasmolysis.
-
-

5. Eating a large amount of carbohydrates leads to high weight.
-
-

6. Eat a person with a meal rich in gluten, in his intestines sucking the amino acids into the blood until the concentration becomes zero in the intestines (address your answer to the ways of crossing the material).
-
-

Section 3: Answer the following questions (45 marks).

1. Slim complained of fatigue and tiredness, after testing that he suffered from anemia. The doctor advised him to eat meat, liver, grains, legumes and green vegetables. What are the salts in these foods that help to treat a healthy disease? (Answer your answer to hemoglobin and red blood cells).
-
-

2. Sami drink without knowing anything about him and as a result felt tired and tired and found after tests that the poison inhibits the work of mitochondria. Explain what is the relationship of mitochondria to fatigue and exhaustion? (Address your answer to the process of cellular respiration and chemical reaction equation).
-
-

3. **Cell membrane** (10 marks):

A. **Describe the relationship between the cell membrane structure and the functions it performs? Discuss your answer to the characteristics and qualities of the membrane (use a drawing).**

B. **Why when they slowly copy a red beetroot into the water at a temperature of 60°C, the water becomes red? Explain**

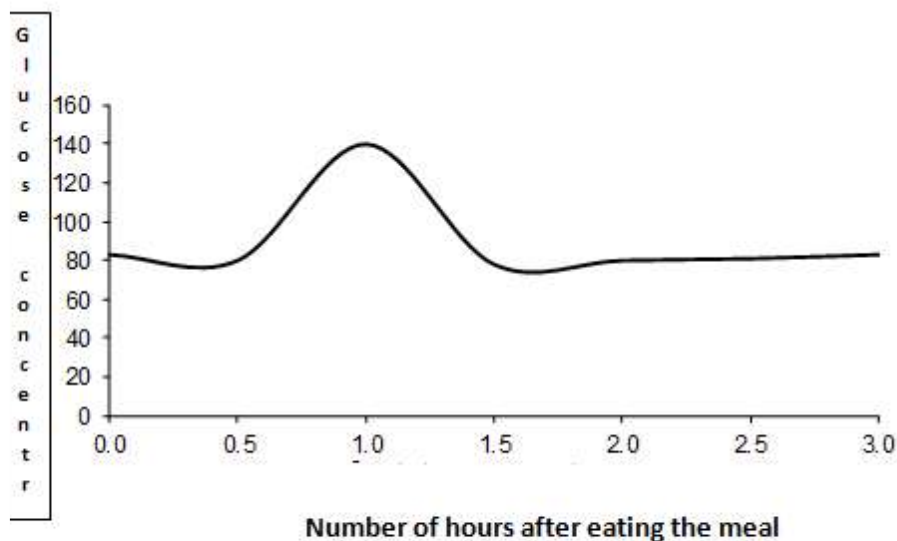
4. **Explain what happens if we put animal cells and plant cells in distilled water? Use drawing (6 marks)**

5. **Explain how (in any way) this situation is saved: (6 marks)**

The concentration of K potassium ions within a moss cell is 500 molar (Mm) and its concentration in seawater is 10 molar? Use a drawing.

6. **The following diagram shows the results of a blood glucose concentration test following a meal (time 0 = meal time) (10 marks).**

A. Depending on the drawing, what is: related variable ----- Independent factor -----



B. What is the reason for the high concentration of glucose in blood after an hour of eating the meal? Explain your answer.

C. What is the cause of low blood glucose concentration after an hour and a half of eating the meal? Explain your answer.

With great success
Staff of biology teachers

B. Two tests for testing students' knowledge of biology after the experiment (use of ICT).

1. Third test in March 2018:



Al Ain Preparatory School – Kafr Yasif
Biological examination 3 of the ninth class

Student Name: _____

class: _____

Section 1: Circle the correct answer (27 marks).

1. What is the difference between photosynthesis and cellular respiration? Write the two interaction equations for the two processes.

A. The process of photosynthesis occurs in the plant while the breathing process does not occur in the plant

B. In photosynthesis, oxygen is released as a result of burning sugar while in the breathing process carbon dioxide is released as a product of sugar building.

C. In photosynthesis, oxygen is released as a result of sugar formation. In the breathing process, carbon dioxide is released as a result of sugar burning.

D. Breathing occurs only at night while photosynthesis in the day.

2. What is the function of proteins in the body?

A. As a primary energy source for cells in the organism's body.

B. To prevent loss of body temperature and to protect organs from injuries.

- C. To build cells, tissues and chemical processes that occur within them.
- D. As storage materials in plants and animals.

3. What could be a possible measure of the frequency of photosynthesis?

- A. The amount of oxygen absorbed in the unit of time.
- B. The quantity of heat discharged in a time unit.
- C. The amount of light absorbed in a time unit.
- D. The amount of carbon dioxide released in a time unit.

4. In a hot and dry development house is expected to find in the foundation?

- A. Plants with branch roots and large leaves.
- B. Plants with branch roots and small leaves.
- C. Plants with roots and branches and large leaves.
- D. Plants with unbroken roots and leaves.

5. What phenomenon is an example of a consumer-producer relationship?

- A. Rats eat plant seeds.
- B. snakes eat rats.
- C. a person eating fungus.
- D. plants that absorb salts from the soil.

6. What damage may be caused to the biosphere Increase the amount of sandy space in the forest?

- A. high concentration of CO₂ in the atmosphere due to low amount of photosynthesis.
- B. The high concentration of oxygen in the atmosphere due to the low amount of photosynthesis.
- C. Low CO₂ concentration in the atmosphere due to low photosynthesis.
- D. High concentration of oxygen in the atmosphere as a result of low breathing.

7. Any process that distinguishes all living creatures?

- A. Analysis and synthesis of compounds by enzymes.
- B. Release of oxygen O₂ as a result of analysis of carbon compounds.
- C. the stabilization of atmospheric nitrogen in nitrogen compounds.
- D. Composition of vehicles by absorbing carbon dioxide from the atmosphere.

8. The size that the cell can reach is limited by:

- A. Quantity of oxygen in its surroundings.
- B. The quantity of dissolved substances in their vicinity.
- C. The ratio of its external surface to its size.
- D. The efficiency of the organism's transport device.

9. Any process from which you consume energy? Explain your answer?

- A. Entering the materials of the propagation process into the plant cells.
- B. Transmission of CO₂ gas from the cells of the body to the capillaries.
- C. Water transfer through the cell membrane.
- D. Sodium - potassium pump.

Section 2: Read the sentences and the following issues and explain them and give an example if necessary, (answer 5 of 6) (25 mark).

1. In recent years there has been a rise in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere.
What is the likely conclusion that caused this phenomenon?

2. When the human temperature approaches - ° C40, there is a need to lower the temperature.

3. The relationship of competition also exists in plants.

4. Lower layers in aquifers are dominated by anaerobic conditions despite the ventilation of the upper layer water in aquifers.

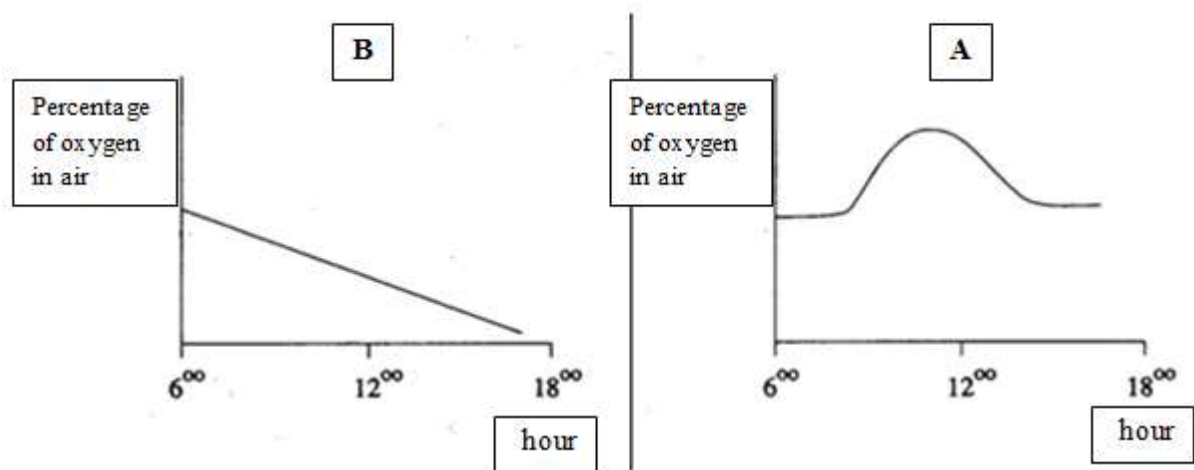
5. When doing a physical activity, we release more carbon dioxide, compared to the amount we release during rest.

6. Mitochondrial damage can damage the activity of the cell membrane.

Section 3: Read the following information carefully and then answer all questions followed.

Question 1 (16 marks): Enter two similar plants with similar plants into two greenhouses, from 6 am to 6 pm. Insert one of the tubes into a light-emitting greenhouse, and insert the second pot into a non-light greenhouse. The rest of the other conditions in the two greenhouses were similar, and both were humid and the soil irrigated. Figures A and B show the percentage of oxygen measured during the experiment in the air inside the greenhouses.

A. What curve shows the plants that were in the light-emitting greenhouse, and which curve



shows the plants that were in the non-light greenhouse? Explain how you have identified this.

B. Why is it important to mention that the conditions were similar in the two greenhouses?

C. What is the importance and function of chlorophyll molecules in the process of photosynthesis?

D. What is the relationship between light intensity and the frequency of photosynthesis?

Question 2 (16 marks): In one of the agricultural villages farmers planted wheat, and lived in the fields of rats, which were fed on the seeds of wheat. Also lived in this area birds of prey - effective at night - which were fed on rats.

At a certain stage, the rats multiplied significantly and were affected in the wheat seed product, making the farmers spray a pesticide against the rats. Many of them have already died, but the birds that feed on the dead rats also died.

A. Describe in the following chart the food chain that is described in the piece.

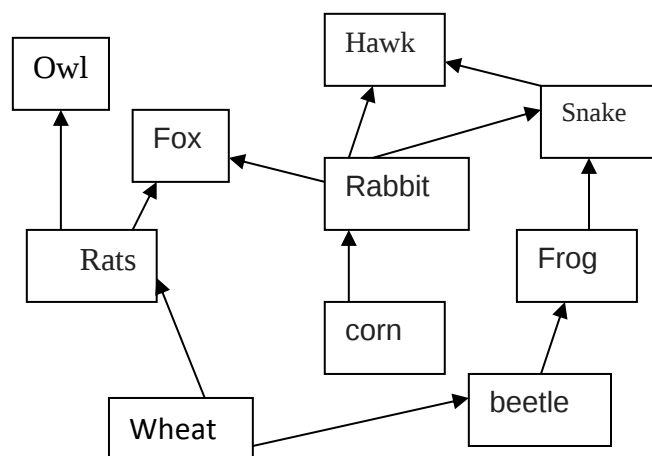


B. What happened to the rats after spraying the pesticide?

C. What is the cause of the death of birds of prey?

D. What happens to your number of rats after several months? Why?

Question 3: Consider the following chart and then answer the questions that follow (16 mark).



A. What organisms represent secondary products and consumables that appear in the scheme?

B. If the frogs are extinct, what do you expect to happen to the clan of beetles and aphids? Why?

C. What would happen if a farmer sprayed the wheat field with lethal chemicals for the rats?

D. Usually the ecological pyramid (the pyramid of the biomass) becomes more narrow with the elevation of a certain level of nutrition to the next level. Explain why?

With great success
Staff of biology teachers

2. Fourth test in May 2018:

Al Ain Preparatory School



– Kafr Yasif

Biological examination of the ninth class

Student Name: _____

class: _____

Section 1: Circle the correct answer (45 marks).

1. Choose a list of terms that describe the level of organization in the cell from the smallest to the largest.

- A. chromosome, cell nucleus, cell, DNA, gene B. Gene, DNA, chromosome, cell nucleus, cell
C. DNA, gene, cell nucleus, chromosome, cell D. cell nucleus, gene, DNA, chromosome, cell.

2. Girls get X chromosomes?

- A. Father B. From mother C. Of parents Monday D. Do not get at all.

3. What do we mean by genetic status?

- A. common denominator for all members of the family.
B. The character of the worker being transferred from one generation to another.
C. an attribute whose factor is affected only by the environment;
D. Appears in every generation and generation.

4. How to keep the number of chromosomes constant in the same type over generations?

- A. Because the reproductive cells contain half the number of chromosomes contained by the somatic cells.
B. In the fertilized egg, half of the chromosomes are dissolved.
C. Because the first division of the fertilized egg is a meiosis.
D. because after the fertilized egg unite the chromosomes are identical.

5. The function of large intestine:

- A. Absorption of organic matter
- B. Digest proteins and convert them into amino acids
- C. Absorption of water and salts
- D. Digestion of fats and converted to fatty acids and glycerol

6. The membrane of the cell has a dynamic structure, what can be said about this membrane?

- A. A two-layer compound composed of phospholipids and amino acids
- B. Maintains stable internal environment different from external environment
- C. Can accommodate signals from the external environment to the internal environment
- D. All answers are correct

7. Anaerobic breathing is appropriate for an environment:

- A. Low carbon dioxide B. Low oxygen C. Low water D. Their temperatures are low

8. Which of the following operations is most likely to be affected if one person's large intestine is shortened?

- A. Absorption of amino acids into blood B. Absorbing water into the blood.
- C. Absorbing sugars into the blood. D. Absorbing lipids into the blood.

9. Amylase, found in saliva, analyses starch into simple sugars. If we add the enzyme amylase to the proteins, it will not decompose because:

- A. Proteins are very important for cell survival.
- B. Proteins are large molecules.
- C. Enzyme activity - Specialized in a specific substance
- D. The amount of enzyme decreases with time.

10. In the small intestine in humans:

- A. There are bacteria that produce insulin
- B. Produce urea excreted with urine
- C. Final analysis of the food and its absorption into the blood
- D. Produces white blood cells

11. Fat can be used in the body as:

- A. Savings materials B. Insulation materials against heat loss
- C. Basic Materials in Energy Extraction Processes D. All answers are correct

12. The basic chewing of food accelerates digestion, because the smaller the particles of food?

- A. Particles seep more easily into blood.
- B. The surface of food contact increases with enzymes.

C. The particles fall easier in the gastrointestinal tract.

D. The particles are excreted easier than the body.

13. Which of the following substances cannot be digested by humans? Why?

A. Glycogen

B. Starch

C. Cellulose

D. Vegetable protein

14. In the digestive system there is a mechanical treatment of food mainly:

A. In the mouth and in the esophagus.

B. In the esophagus and in the stomach.

C. In the small intestines and in the stomach.

D. In the mouth and in the stomach.

15. Arranging the stages in which the starch passes until its compounds are used to produce energy in muscle cells:

A. Absorption, entry into the cell, digestion.

B. Enter into the cell, digestion, absorption.

C. absorption, digestion, enter into the cell.

D. digestion, absorption, entry into the cell

16. A significant rise in the number of white blood cells can be due to:

A. Feeding is not balanced

B. High blood pressure

C. Bacteria entered into the body

D. Lack of sleep and fatigue

Section 2: Check and then answer the following questions (55 mark).

Question 1: You have a list showing concentrations of different substances in the blood entering the kidney and in the urine (12 marks).

	Concentrate (g / 100 ml) in	
Material	Blood	Urine
Glucose	0.10	0.00
Salts	0.32	0.35
Water	95	80
Urea	0.03	2.00

A. Explain on the basis of the list the important role played by kidney?

B. Explain why the amount of water coming out with the urine is low and concentrated, when the worker working in the field on a summer day?

C. According to the list of concentrations of different substances mentioned above, do you think this person is diabetic? Explain

Question 2: Explain the following processes (10 marks)

A. Insulin injections into the blood of a fasting and healthy person can pose a threat to his life. Explain the mechanism of his work?

B. What can damage the eradication of the yellow sac (gallbladder bag)?

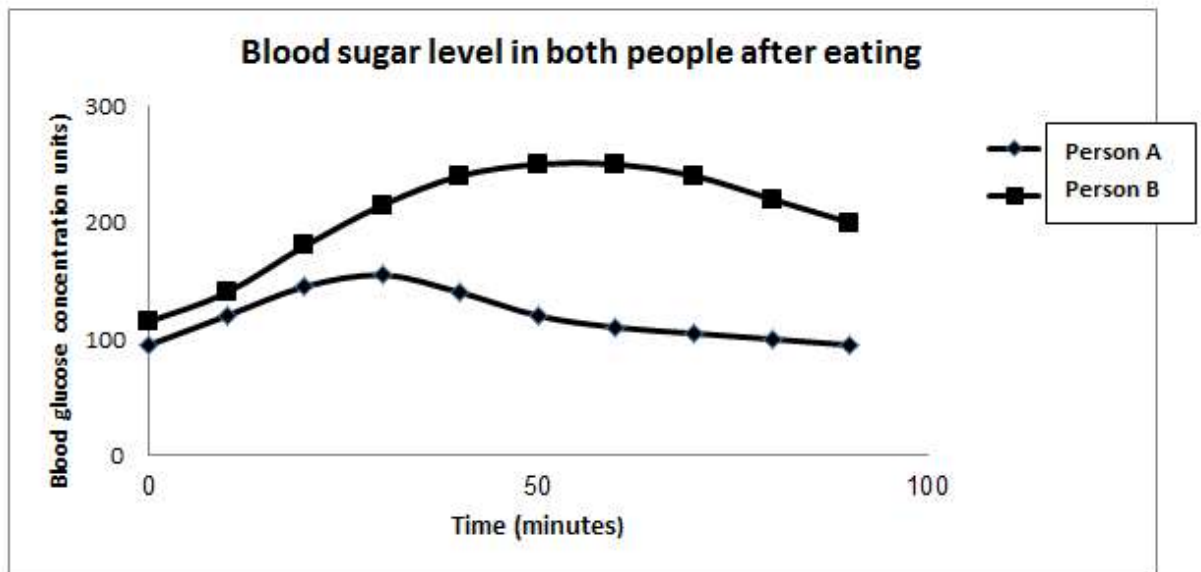
Question 3: Starch is a multi-sugar, Saliva contains an enzyme that analyzes starch into monosaccharides. Students conducted an experiment examining the effect of saliva on starch. For each of the tubes 1 and 2 added an equal amount of starch, the tube 1 added saliva while the tube 2 added saliva which boiled before the experiment. Watch the drawing that describes the course of the experiment. (7 marks)



10 minutes after the start of the experiment, each of the tubes added material (detector). Which changed colour to yellow with monoclinal sugars (eg, glucose). The students saw only a yellow colour in one of the tubes.

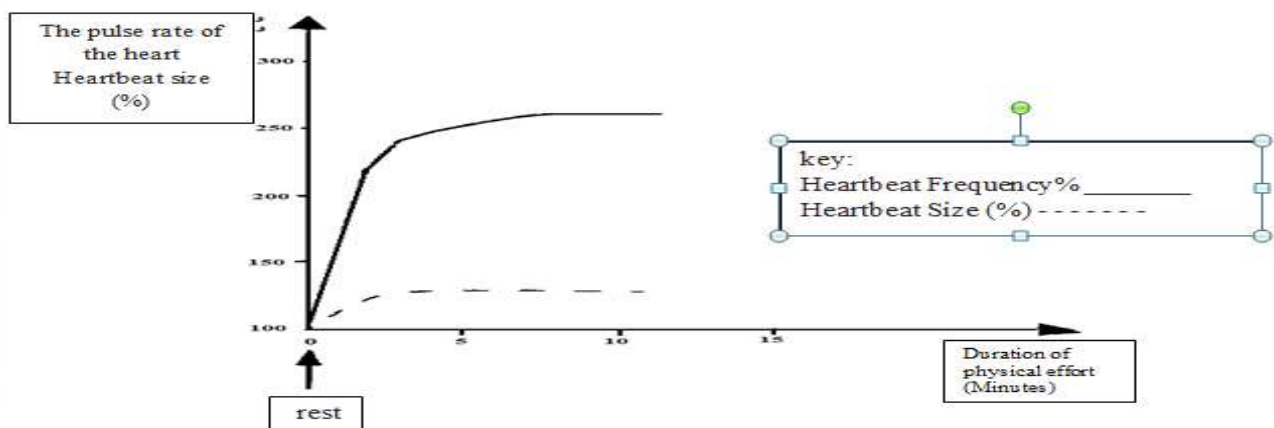
A. Write in any yellow coloured tube. -----
B. Suggested an explanation for the difference in the results that appeared in the tubes.

Question 4: Two people (A and B), one diabetic and the other healthy, ate an equal amount of sugar (glucose). Then, within an hour and a half, they examined the concentration of sugar in people's blood. (6 marks)



Which person is diabetic? Explain your answer.

Question 5: The graph before you describes the relationship between the duration of the physical effort and the frequency of the heartbeat and the size of the heartbeat of a particular person. (Value 100% refers to the two values during rest) (12 marks).



A. Explain how to increase the pulse size the increased heart rate, described in the graph, can perform physical exertion?

B. Explain why the frequency of inhalation and exhalation increases during the physical effort?

C. Explain how to get rid of excess heat resulting from the performance of physical effort?

Question 6: Explain the following phenomena (8 marks)

A. The enzyme Pepsin, which is released from the wall of the stomach, is active only in the stomach and when it reaches the Duodenum stops its activity, explain why?

B. How to fit the installation Small intestine function?

With great success
Staff of biology teachers

Anexa 5. Sarcini online oferite elevilor în timpul experimentului

Task 1: The Great Food Research

There are a number of foods on most families in Israel: cereals, cheese, dairy delicacies, hummus, ready schnitzel and more. Each such dish is produced by different companies trying to compete. There are many types of cereals, a large and varied amount of dairy delicacies, humus of various kinds. Common to all these food companies is that each company claims its product is the healthiest product. In this activity, you will examine the food ingredients in the products of the various companies, compare them and check whether there is really a difference between the companies. If there are differences, what? Which company provides a healthier product? Or in the case of snacks and soft drinks Which company provides the least harmful product?

Types of food are possible for testing:

- cereal
- dairy delicacies
- cheese
- snacks
- soft drinks
- hummus
- industrial Schnitzel.

The class will be divided into teams, and each team will conduct research on a particular type of food. At the end of the process, each team will present its results and recommendations to the class. The research will be based on the tables of the food groups that appear on each product according to the law.

Stage A - Data Collection

Collect tables of food ingredients of products that belong to your food type. The food tables are on the product cover. The best way to collect the tables is to photograph them. You can photograph tables of products in your home or go to the supermarket or the nearest store and take a picture there.

Two images must be taken for each product:

1. The product itself - so you know which product each table belongs to.
2. Table of product components - Take a picture of zoom because the tables are small.

It is important that you find a method for how to associate each table of food ingredients with its own. Save all the photos you've collected on your computer and upload them to the presentation. In each slide, the product image and the picture of the food ingredient table will appear clearly.

Stage B - Writing the data

Open the presentation you created. Create a spreadsheet file and insert the data about each company's food ingredients as they appear in the food ingredients table. It does not matter if you still do not understand exactly what each ingredient means.

Enter your data very carefully for your investigation to be accurate.

Note the units of measure:

1. Most of the tables refer to the amount of ingredient in 100 grams. Since this is a comparison, it is important that we always enter data about the same quantity.
2. There are components measured in grams and there are those measured in milligrams. Be sure to insert identical units into the table.

Product name	Company	Ingredient 1	Ingredient 2	Ingredient 3	Ingredient 4	Ingredient 5

You can work in a collaborative file and share your work.

Stage C - Know the ingredients of the food

You've built a file and put the data into it, but what does it all mean? What is each ingredient?

Explore the subject online.

Find out:

What is each ingredient?

Is it healthy food? Harmful? Does not affect?

Write a brief summary of each component. This summary will help you present the subject to the class.

Stage D - Data Processing

Once you have understood each component, you can start the product rating work.

Open the spreadsheet you built in step B and look at the data.

Think:

According to what should you rate the products?

Checking which component will help you understand which product is healthier?

What do all the products have in common?

Is there a significant difference between the products?

Write a few questions to help you rank your products.

The spreadsheet allows us to sort the data each time according to another question.

Sort the data in the sheet according to the questions you have entered.

Video, Sorting in a spreadsheet



Stage E - Creating a presentation for the presentation to the class

Gate	The type of food you have checked
The products you have tested	The products you have reviewed are accompanied by photos
The ingredients	The common ingredients in all products and an explanation of each component
The questions	The questions you have written and examined
The results	View each question and the numbered sheet that answers it
Conclusions	The conclusions can be drawn directly from the data
Recommendations	Which products do you recommend using?

Once you have reviewed all the product data, you must present the process and results to the class. Build a presentation that includes the following slides:

Task 2: Vegetarian Nutrition

Plant nutrition

Read the next piece, and enter the link, [Is vegetarian food healthier than eating meat?](#)

A duty to the questions that follow.

Many scientific studies suggest that vegetarian food (plant-only) may lead to vitamin B12 deficiency, because plants do not produce vitamin B12. The deficiency of vitamin B12 mainly leads to a defect in the process of producing red blood cells as well as affects the cells of the digestive system and nervous system.

The most difficult phenomena that can result from vitamin B12 deficiency are anemia (a low concentration of hemoglobin in the blood, and probably a decrease in the number of red blood cells) and injury to the nervous system.

Dutch scientists studied the development of 72 boys aged between 15 and 9 years. A group of 48 children ate only vegetarian food during the first six years of their lives. Without dairy products and without eggs. Scientists have found that some children are deficient in vitamin B12. Group B consisted of 24 children, who ate vegetarian and animal food. Scientists found that vitamin B12 in their body was normal. Scientists examined the mental abilities of boys in both groups.

They worked for the two groups some exams that measured their mental abilities. The results of the tests indicated that the children in group (A) had less success than the children in group (B). In addition, there were many symptoms of botanical children indicating the deficiency of vitamin B12, although the vegetable boys ate in the seventh year of their food As well as vegetarian food.

Question 1: Refer to foods containing vitamin B12.

Beef, wheat bread, Milk yogurt, eggs, Orange, chicken breast

Question 2: What is the "independent" variable in the above study?

- A. The mental abilities of children who fed animal food during the first six years of their lives.
- B. The mental abilities of children who fed vegetarian food during the first six years of their lives.
- C. Source of food fed by the two groups during their first six years.
- D. Effect of vegetarian food on the mental abilities of children.

Question 3: Why did Dutch scientists study the development of children who fed animal food during their childhood?

Question 4: Vegetarian food omaina also feed on eggs and milk, She have read Dutch research, and decided to continue feeding her young children a vegetarian food that is similar to their diet. Refer to the appropriate explanations for the Omayma decision in your opinion (may be more than one answer):

- A. Search results are not valid in the State of Israel.
- B. Feeding the boys who were examined in the research is different from the nutrition of the

mother and her children.

C. We can not conclude general conclusions because of the small number of children

Who participated in the research.

D. Vegetables in Israel contain vitamin B12 and in the Netherlands do not.

E. The children of Omaima have high mental abilities.

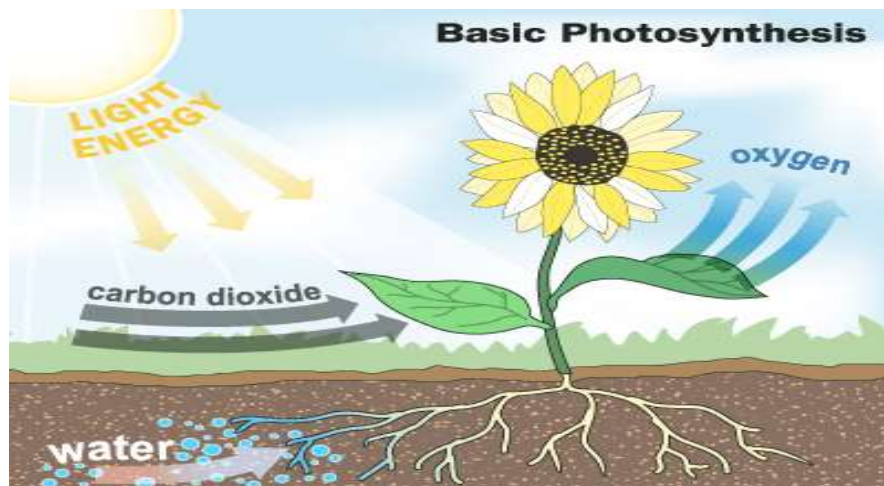
Question 5: A group of scientists want to examine whether vegetarian food in the first six years of a child's life will affect their mental abilities in the future. They suggested to scientists how it could be checked?

Question 6: Give two advice to a vegetarian girl who is deficient in vitamin B12.

Fun work ☺

Task 3: Photosynthesis and the respiratory process

Photosynthesis and the respiratory process



Dear students please login to the site and follow the tasks as required: [photosynthesis](#)

On your books summarize the information so that you can learn and progress in the rest of the tasks.

1. They crossed through a stock chart for:
Breathing process in plants: _____
Process of photosynthesis: _____
 2. What is the process of breathing in plants?

 3. What is photosynthesis in plants?

 4. Build a "banner" that reflects the two processes (you can use the balls and the colors attached)
- Let's go forward and learn more**
5. Factors involved in the process of photosynthesis:

Please log in and answer questions in your books ...

[Light....](#)

Are all spectrum required for photosynthesis?

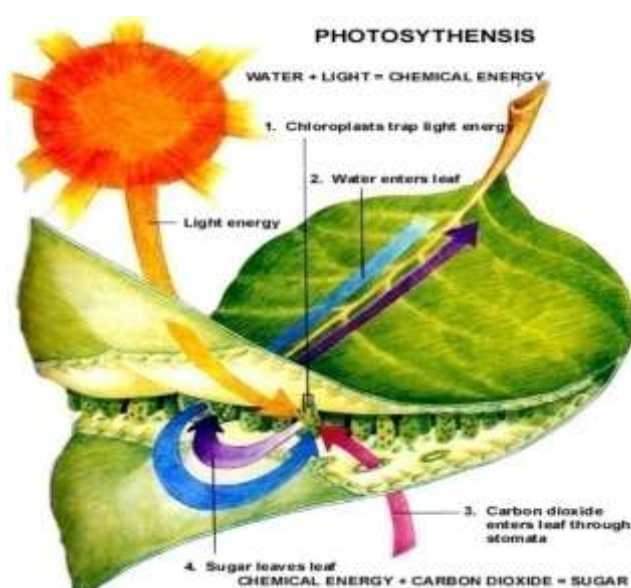
Please answer questions in your books

What is the appropriate search query for this experiment: _____?

What is the purpose of this experiment: _____

In this experiment, the influencing factor is _____, the affected factor is _____

Complete the following table:



The relationship between wavelength (nanometer) and the intensity of photosynthesis	
Wave length (nanometers)	Intensity of photosynthesis (%)
40	
50	
60	
70	

At what wavelengths of light was the intensity of photosynthesis higher in the experiment?

At what wavelengths of light did light fixtures occur, or was the intensity of photosynthesis particularly low? _____

How can photosensitivity be determined? _____

What is your conclusion from the results you have obtained? _____

A delightful and interesting work ☺

Task 4: Genetics - Mendel's Laws

Mendel's Laws

Watch the movie that describes Mendel's experiments on the pea plant and then answer the following questions:

Link to the movie: <https://www.youtube.com/watch?v=sTEixbYJ6Ss>
<https://www.youtube.com/watch?v=Q18uV2-xC-Q>

1. What qualities did Mendel look at in his experiments on the plant of the peas according to the film? _____

2. What genetic terms are mentioned in the film. Know these terms.

3. Why did Mendel choose a pea plant for his experiments?

4. Define the phenotype (the model). _____

5. Explain how Mendel prevented self-fertilization in the flower of the peas.

6. How did Mendel prevent access to pollen granules from an unknown source of pea plant?

7. When Mendel gathered the results of his experiments he observed certain phenomena. What are these phenomena? _____

8. What analyses and interpretations did Mendel propose to explain its results?

9. How did Mendel get the second generation? _____

10. What laws did Mendel derive from the results of his experiments? _____

11. Did Mendel search all the qualities in one experiment (in one plant)? _____

A delightful and interesting work ☺

Task 5: Genetics - Choose your baby's sex

Choose your baby's sex

Read the next section, and enter the link to the film for the following questions.

<https://www.youtube.com/watch?v=WAA7ZlhnwTU>

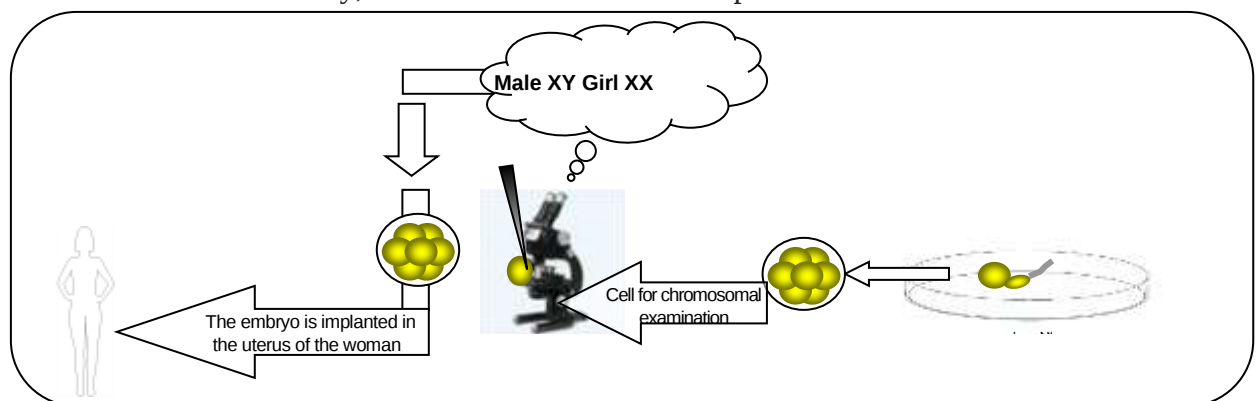
It was published in the newspapers on 02/10/18 that for the first time in Israel, the Ministry of Health agreed that parents should choose in advance the sex of the fetus, which will grow in fertilization outside the body.

This approval is unusual and is given only in special cases such as families with genetic diseases that affect only males.

How do they choose the sex of the fetus in fertilization outside the body? They take out eggs from the woman's ovaries and fertilize them outside the body. Embryos grow after fertilization. The embryo is then divided into 8 cells, and they take only one cell for examination. This process does not affect the development and growth of the fetus in the future.

The cell, which is separated by special material to examine the type of chromosomes in the nucleus, and we can by the results of the examination to know the sex of the baby, If the chromosomes are XX, the embryo will be female, but if the chromosomes are XY.

The fetus will develop into a male. The following diagram describes: the process of fertilization outside the body, selection of the fetus and implantation in the mother's womb.



Question 1: Doctors explain to parents that half of the embryos resulting from fertilization outside the body are female embryos. Draw a diagram showing how the expected ratio will be between males and females, and then refer to the genotype and model.



Question 2: Say next to each of the following sentences true or false.

- A. The sex of the fetus is determined by the chromosomes of the egg. True / False
- B. The sex of the fetus is determined by the existing chromosomes In sperm cells. True / False.
- C. The identical twins are made up of one egg fertilized with two medium cells. True / False
- D. Each of the first eight cells in the embryo, contain On genetic information. True / False
- E. Each of the first eight cells in the embryo, contains On the same number of chromosomes. True / False

Question 3: The character of colour blindness, a recessive attribute called "sex-related attribute", is found in males more colourless than females. The gene responsible for colour blindness exists in the chromosome. A man with a colour vision married a woman with a healthy vision. The woman gave birth to a boy with a healthy vision, and a girl suffering from colour blindness. What is the genotype of the mother?

- A. Homozygote is recessive B. Homozygote is dominant
- C. Heterozygote D. We can not determine.

Question 4: A man and his wife came to the genetic counselling clinic. They wanted to have children, and they had read in the paper about a genetic disease called Tai-Zex. They asked to know if there was a possibility that they would have children with the disease.

Write two questions to the genetic counsellor to ask them about the man and his wife about their condition, so that they can answer their question.

Question 5: Treatment of reproductive problems and prenatal examination of the fetus costs the state very high sums. Indicate in the right place how much you agree with the following terms:

	OK	Not OK	No Opinion
A. Embryo screening is performed only if there are people in the parents' family who are suffering from genetic diseases.			
B. Every man and his wife must determine the sex of the baby by examining the fetus before birth.			
C. Pre-selection of the sex of the baby is undesirable interference, and disrupts the balance in nature between males and females.			
D. Every embryo is given the right to survive even if it has a genetic defect.			

A delightful and interesting work ☺

Task 6: Genetics - Down Syndrome

Down Syndrome

Read the next section and then click on the link and watch the movie and read the article and answer the questions.

The link of the film and the article entitled: What causes the birth of a child Mongolian?

http://mawdoo3.com/%D9%85%D8%A7_%D8%A3%D8%B3%D8%A8

Tamer was born to a 51-year-old boy. He was observed to be different from the rest of the children in the hospital. His face was wide and his eyes were oblong to the sides. These qualities remind us of a great similarity between him and the Mongolian people.

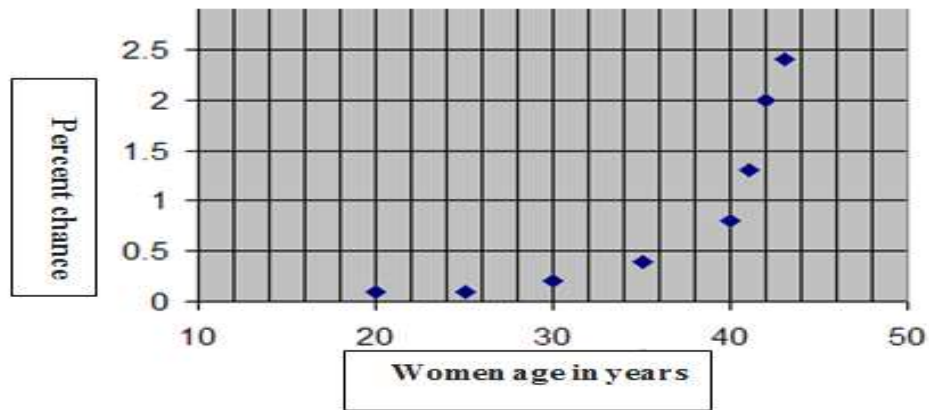
The doctor explained to the parents that their son was suffering from symptoms of Down (Mongolian).

The name of the disease is named after Doctor Down, whom he described for the first time. The doctor added that people suffering from the disease suffer from a weakness in the mind. This vulnerability can be of varying degrees.

In the cells of the body with Down's symptoms there are three chromosomes of chromosome 21 instead of two.

Various studies have shown that a 35-year-old baby with Down's Lam is more likely to have a mother than a younger mother.

The following diagram describes this relationship: the relationship between the mother's generation and the probability of having a child with Down's syndrome (Mongolian).



Question 1: Today, we can examine the possibility of three chromosomes of chromosome 21 in fetal cells, by means of a liquid fluid test. This test is performed at week 16 of pregnancy. The costs of this screening are prohibitive, so the patient funds fund this screening only for pregnant women aged 35 and over. **Explain why do patients' funds fund this screening only for women aged 35 or over?**

Question 2:

A. According to the data, calculate how many children will experience Down's symptoms, from 100 births to women aged 42_____

B. A woman gave birth to a child with Down's syndrome when she was 40, and two years after she was born, she wanted to have another child. What is the probability of having a child with Down syndrome?

- A. 0 % B. 2 % C. 0.8 % D. We do not know

Question 3: Say next to all of the following sentences, True or False:

A The total number of chromosomes in the body cells of people Suffering from Down syndrome is 47 chromosome. True / False

B. The fertilized egg with Down syndrome will develop into Embryo, containing three chromosomes of chromosome 21. True / False

C. In the body cells a woman gave birth to a child suffering from Down syndrome, there are 21 chromosomes. True / False

D. The number of chromosomes in the body cells increases in women Aged 35 and over. True / False

Question 4: Pregnant women who have been tested for amniotic fluid, and found that each of them carries a fetus with Down's symptoms, the doctor advises after consultation, to consider the

possibility of artificial abortion. **Write one explanation that supports the idea of artificial abortion, and one does not support the idea.**

Question 5: Point in the right place to the extent of your consent to the following words:

	OK	Not OK	No Opinion
A. It is strictly forbidden to advise a pregnant woman to undergo an artificial abortion.			
B. Only parents decide to perform artificial abortion for a fetus with Down syndrome.			
C. Artificial abortion is recommended for a fetus with Down syndrome.			
D. We recommend a woman who is 40 years of age and older but not pregnant.			

A delightful and interesting work 😊

Anexa 6. Indicator pentru evaluarea alternativă în biologie prin prezentări

Target Audience: 9th graders studying biology in science classes.

Justification: The preparation and presentation of PPT presentation to the class develops skills for intelligent search of information, organization of information in a given framework of content and time, a distinction between primary and secondary, the ability to present information in concise, clear and different forms (verbal and visual).

Instructions for students to prepare a presentation.

The student will present a topic chosen in coordination with the teacher. The presentation should include:
1. Four slides + slide with the presentation theme and the presenter's name
2. Make sure the slides contain a few words and lots of visual information: pictures, illustrations, animations, etc.
3. One of the slides will contain quantitative information. Ie, information expressed in numbers in a table or graph. (Optional) Do not forget to give a title to a table / graph, headers for columns / axes and units if needed.
4. The play time in the class is between 5 and 7 minutes. Absolutely no more than 7 minutes. It is important to practice at home with a watch. You do not want to talk fast - it's better to focus on fewer things that are clear than many details.
5. The presentation should contain at least two concepts from the biology curriculum.
6. Consider every detail you put into the presentation: Can you explain it? Is it really important to understanding the subject? If the answer to one of the questions is "no" - and give up!

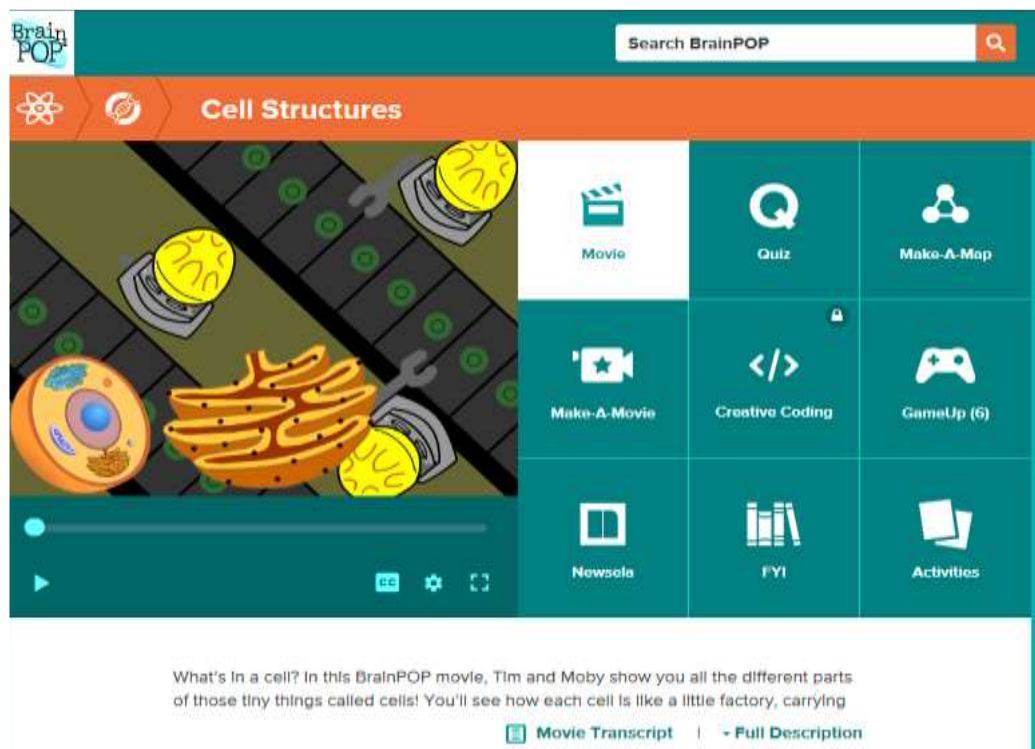
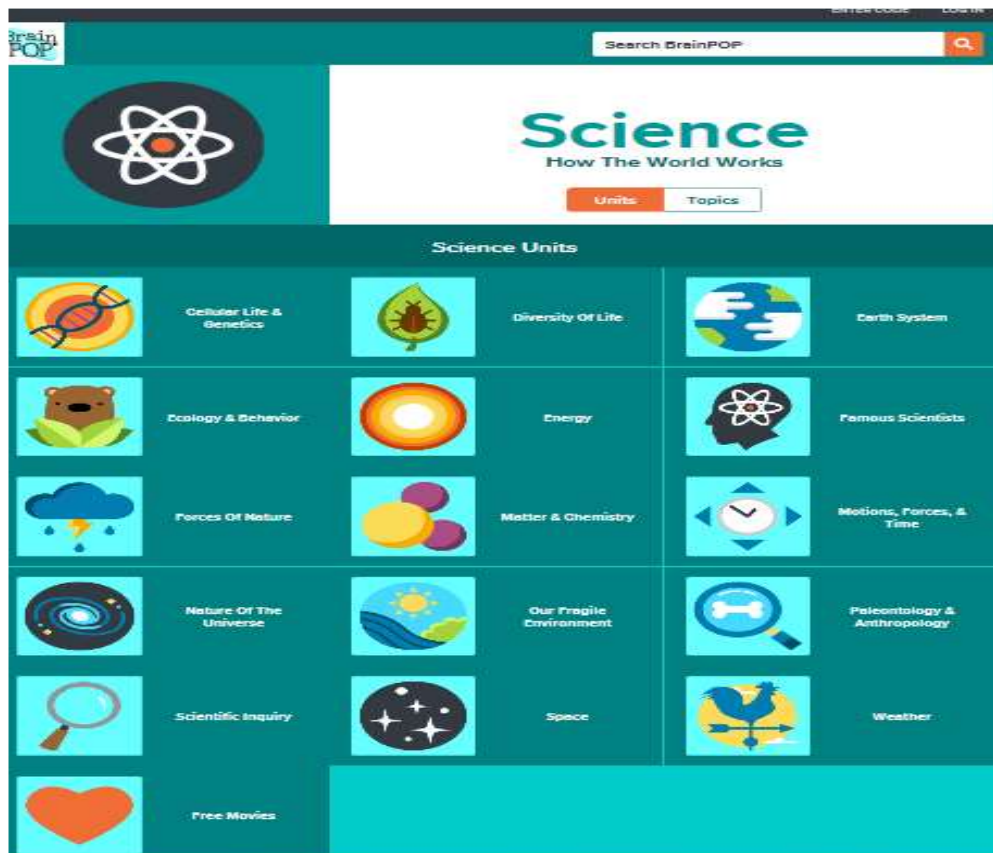
Evaluation

The index can also be used for peer assessment, and to weigh the grade received from students with the teacher's score.

	Indicator for evaluation of subject display
Contents	Presentation of biological principles and processes (scientific level) [20%]
	Clarification of explanations [20%]
	A link to concepts (at least two) or principles (at least one) that we learned [20%]
	Quantitative presentation - Is the information important, has it been explained clearly [10%]
A visual aspect	to what extent the illustrations contributed to the understanding of the content [20%]
	Organization Presentation: The ratio of text to images, size and clarity of images [10%]
Bonus	creativity and originality [up to 10%]

Anexa 7. Site-uri Web utile pentru procesul didactic la Biologie

A. Brain pop: https://il.brainpop.com/category_8/



B. The digital school bag - Center for Educational Technology

<http://ebaghghi.cet.ac.il/%D7%9E%D7%90%D7%92%D7%A8/%D7%97%D7%98%D7>

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المرحلة الإعدادية العلوم والتكنولوجيا والبيئة (11)

المجموع المواد: 11

رسم إلى الـ DNA

في هذه المرحلة ستتعلم مفاهيم أساسية في علم الوراثة مثل: كيف تنتقل الصفات من الآباء إلى الأبناء، وكيف يتم تصنيع البروتينات داخل الخلية.

الحمض نووي DNA - عيوب

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

عزيم صلبة واحدة - التسلسل الزمني

في هذه المرحلة يمكنك أن تتعلم كيف يتم تصنيع البروتينات داخل الخلية، وكيف يتم تصنيع الحمض نووي داخل الخلية.

من الجنين إلى الصبي - لون الجلد

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

الإنقسام غير المتساوي - الميوزيس

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

الإنقسام في النباتات

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

الخط

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

لبننة

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

الإنقسام الإيزوتاني - الميوزيس

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

تشارك داروين (1809-1882)

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

الهيولى (أزف الداء)

تتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات، وتحتوي على جزيئات من الحمض نووي. كل جزيء من الحمض نووي يتكون من سلسلتين من السكر والفوسفات.

The journey to DNA

رحلة إلى الـ DNA

رحلة إلى الـ DNA

8. وحدات البناء الأساسية لـ DNA

جزء الـ DNA مركب من أربعة أنواع من القواعد. وهي مرتبطة ببعضها البعض بأزواج وتُنتج الروابط العرضية بين جدارتي السلسلة المزدوجة.

أنواع القواعد هي:

- A = أدنين (Adenine)
- T = ثايمين (Thymine)
- C = سيتوزين (Cytosine)
- G = جوانين (Guanine)

تركيبة أزواج قواعد ثابتة:

أدنين مرتبط بثايمين، وجوانين مرتبط بسيتوزين. هناك جينات "قصيرة" (تحتوي فقط على 100 زوج من القواعد)، وهناك جينات "طويلة" (تحتوي على 2 مليون زوج كهدا).

0.4 نانومتر

1 2 3 4 5 6 7 8

C. A game who wants to be a millionaire



D. Secondary school site - Al Ain, <https://sites.google.com/a/ein.tzafonet.org.il/ein/>



Anexa 8. Rezultate Lycart - tabel statistic în SPSS

ONEWAY motivation Attitudes Meaningful BY class

/STATISTICS DESCRIPTIVES

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

Oneway

Notes		
Output Created		15:28:10 IDT 04-2018- July
Comments		
Input	Data	C:\Users\win10\Desktop\data.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	140
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY מוטיבציה עמדות משמעותית BY כיתה /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00.047
	Elapsed Time	00:00:00.032

[DataSet1] C:\Users\win10\Desktop\data.sav

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
motivation	Between Groups	2.007	4	.502	2.109	.083
	Within Groups	32.130	135	.238		
	Total	34.137	139			
Attitudes	Between Groups	1.451	4	.363	1.697	.154
	Within Groups	28.864	135	.214		
	Total	30.315	139			
Meaningful Learning	Between Groups	1.428	4	.357	1.544	.193
	Within Groups	31.229	135	.231		
	Total	32.657	139			

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Class	(J) Class	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
motivation	Ninth 1	Ninth 2	-.04643	.13038	.997	-.4069	.3141
		Ninth 3	-.20357	.13038	.525	-.5641	.1569
		Ninth 4	.14643	.13038	.794	-.2141	.5069
		Ninth 5	.08214	.13038	.970	-.2784	.4427
	Ninth2	Ninth 1	.04643	.13038	.997	-.3141	.4069
		Ninth3	-.15714	.13038	.748	-.5177	.2034
		Ninth 4	.19286	.13038	.578	-.1677	.5534
		Ninth 5	.12857	.13038	.861	-.2319	.4891
	Ninth 3	Ninth 1	.20357	.13038	.525	-.1569	.5641
		Ninth 2	.15714	.13038	.748	-.2034	.5177
		Ninth 4	.35000	.13038	.062	-.0105	.7105
		Ninth 5	.28571	.13038	.189	-.0748	.6462
	Ninth 4	Ninth 1	-.14643	.13038	.794	-.5069	.2141
		Ninth 2	-.19286	.13038	.578	-.5534	.1677
		Ninth 3	-.35000	.13038	.062	-.7105	.0105
		Ninth 5	-.06429	.13038	.988	-.4248	.2962
	Ninth 5	Ninth 1	-.08214	.13038	.970	-.4427	.2784
		Ninth 2	-.12857	.13038	.861	-.4891	.2319
		Ninth 3	-.28571	.13038	.189	-.6462	.0748
		Ninth 4	.06429	.13038	.988	-.2962	.4248
Attitudes	Ninth 1	Ninth 2	.07143	.12358	.978	-.2703	.4131
		Ninth 3	-.15179	.12358	.735	-.4935	.1899
		Ninth 4	.06696	.12358	.983	-.2747	.4087
		Ninth 5	.15179	.12358	.735	-.1899	.4935
	Ninth2	Ninth 1	-.07143	.12358	.978	-.4131	.2703
		Ninth3	-.22321	.12358	.374	-.5649	.1185
		Ninth 4	-.00446	.12358	1.000	-.3462	.3372
		Ninth 5	.08036	.12358	.966	-.2613	.4221
	Ninth 3	Ninth 1	.15179	.12358	.735	-.1899	.4935
		Ninth 2	.22321	.12358	.374	-.1185	.5649
		Ninth 4	.21875	.12358	.395	-.1229	.5604
		Ninth 5	.30357	.12358	.107	-.0381	.6453
	Ninth 4	Ninth 1	-.06696	.12358	.983	-.4087	.2747
		Ninth 2	.00446	.12358	1.000	-.3372	.3462
		Ninth 3	-.21875	.12358	.395	-.5604	.1229
		Ninth 5	.08482	.12358	.959	-.2569	.4265

Meaningful Learning	Ninth 5	Ninth 1	-.15179	.12358	.735	-.4935	.1899
		Ninth 2	-.08036	.12358	.966	-.4221	.2613
		Ninth 3	-.30357	.12358	.107	-.6453	.0381
		Ninth 4	-.08482	.12358	.959	-.4265	.2569
	Ninth 1	Ninth 2	-.02778	.12854	1.000	-.3832	.3276
		Ninth 3	-.15079	.12854	.767	-.5062	.2046
		Ninth 4	.08730	.12854	.961	-.2681	.4427
		Ninth 5	.14286	.12854	.800	-.2126	.4983
	Ninth2	Ninth 1	.02778	.12854	1.000	-.3276	.3832
		Ninth3	-.12302	.12854	.874	-.4784	.2324
		Ninth 4	.11508	.12854	.898	-.2403	.4705
		Ninth 5	.17063	.12854	.675	-.1848	.5261
	Ninth 3	Ninth 1	.15079	.12854	.767	-.2046	.5062
		Ninth 2	.12302	.12854	.874	-.2324	.4784
		Ninth 4	.23810	.12854	.348	-.1173	.5935
		Ninth 5	.29365	.12854	.156	-.0618	.6491
	Ninth 4	Ninth 1	-.08730	.12854	.961	-.4427	.2681
		Ninth 2	-.11508	.12854	.898	-.4705	.2403
		Ninth 3	-.23810	.12854	.348	-.5935	.1173
		Ninth 5	.05556	.12854	.993	-.2999	.4110
	Ninth 5	Ninth 1	-.14286	.12854	.800	-.4983	.2126
		Ninth 2	-.17063	.12854	.675	-.5261	.1848
		Ninth 3	-.29365	.12854	.156	-.6491	.0618
		Ninth 4	-.05556	.12854	.993	-.4110	.2999

Homogeneous Subsets

motivation

Tukey HSD

class	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Ninth 4	28	3.2250
Ninth 5	28	3.2893
Ninth 1	28	3.3714
Ninth 2	28	3.4179
Ninth 3	28	3.5750
Sig.		.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Attitudes

Tukey HSD

class	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Ninth 5	28	3.1116
Ninth 2	28	3.1920
Ninth 4	28	3.1964
Ninth 1	28	3.2634
Ninth 3	28	3.4152
Sig.		.107

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Meaningful Learning

Tukey HSD

class	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Ninth 5	28	3.2302
Ninth 4	28	3.2857
Ninth 1	28	3.3730
Ninth 2	28	3.4008
Ninth 3	28	3.5238
Sig.		.156

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

General Linear Model

Notes

Output Created		21:34:26 IDT 04-2018-י"ל
Comments		
Input	Data	C:\Users\win10\Desktop\data.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
Missing Value Handling	N of Rows in Working Data File	140
	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the model.
Syntax		GLM X1A X2A BY כיתה WITH X1B X2B /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=X1B X2B כיתה.
Resources	Processor Time	00:00:00.032
	Elapsed Time	00:00:00.017

[DataSet1] C:\Users\win10\Desktop\data.sav

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
class	1	Ninth 1	28
	2	Ninth 2	28
	3	Ninth 3	28
	4	Ninth 4	28
	5	Ninth 5	28

Multivariate Tests^c

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.287	26.507 ^a	2.000	132.000	.000
	Wilks' Lambda	.713	26.507 ^a	2.000	132.000	.000
	Hotelling's Trace	.402	26.507 ^a	2.000	132.000	.000
	Roy's Largest Root	.402	26.507 ^a	2.000	132.000	.000
X1B	Pillai's Trace	.311	29.781 ^a	2.000	132.000	.000
	Wilks' Lambda	.689	29.781 ^a	2.000	132.000	.000
	Hotelling's Trace	.451	29.781 ^a	2.000	132.000	.000
	Roy's Largest Root	.451	29.781 ^a	2.000	132.000	.000
X2B	Pillai's Trace	.019	1.257 ^a	2.000	132.000	.288
	Wilks' Lambda	.981	1.257 ^a	2.000	132.000	.288
	Hotelling's Trace	.019	1.257 ^a	2.000	132.000	.288
	Roy's Largest Root	.019	1.257 ^a	2.000	132.000	.288
class	Pillai's Trace	.442	9.445	8.000	266.000	.000
	Wilks' Lambda	.562	11.026 ^a	8.000	264.000	.000
	Hotelling's Trace	.772	12.645	8.000	262.000	.000
	Roy's Largest Root	.762	25.344 ^b	4.000	133.000	.000

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c. Design: Intercept + X1B + X2B + class

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Test 1 after intervention	32964.932 ^a	6	5494.155	96.325	.000
	Test 2 after intervention	30525.890 ^b	6	5087.648	77.327	.000
Intercept	Test 1 after intervention	1983.010	1	1983.010	34.767	.000
	Test 2 after intervention	3037.648	1	3037.648	46.169	.000
X1B	Test 1 after intervention	3277.818	1	3277.818	57.468	.000
	Test 2 after intervention	1909.284	1	1909.284	29.019	.000
X2B	Test 1 after intervention	45.916	1	45.916	.805	.371
	Test 2 after intervention	26.550	1	26.550	.404	.526
class	Test 1 after intervention	2079.640	4	519.910	9.115	.000
	Test 2 after intervention	6635.131	4	1658.783	25.212	.000
Error	Test 1 after intervention	7586.004	133	57.038		
	Test 2 after intervention	8750.646	133	65.794		
Total	Test 1 after intervention	828501.000	140			
	Test 2 after intervention	830531.000	140			
Corrected Total	Test 1 after intervention	40550.936	139			
	Test 2 after intervention	39276.536	139			

a. R Squared = .813 (Adjusted R Squared = .804)

b. R Squared = .777 (Adjusted R Squared = .767)

GLM X1A X2A BY כִּיתָה WITH X1B X2B

/METHOD=SSTYPE(3)

/INTERCEPT=INCLUDE

/PLOT=PROFILE(כִּיתָה)

/CRITERIA=ALPHA(.05)

/DESIGN=X1B X2B class.

General Linear Model

Notes

Output Created		21:35:20 IDT 04-2018-י"ד
Comments		
Input	Data	C:\Users\win10\Desktop\data.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	140
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the model.
Syntax		GLM X1A X2A BY כיתה WITH X1B X2B /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE /PLOT=PROFILE(כיתה) /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=X1B X2B כיתה.
Resources	Processor Time	00:00:00.640
	Elapsed Time	00:00:00.500

[DataSet1] C:\Users\win10\Desktop\data.sav

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
class	1	Ninth 1	28
	2	Ninth 2	28
	3	Ninth 3	28
	4	Ninth 4	28
	5	Ninth 5	28

Multivariate Tests^c

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.287	26.507 ^a	2.000	132.000	.000
	Wilks' Lambda	.713	26.507 ^a	2.000	132.000	.000
	Hotelling's Trace	.402	26.507 ^a	2.000	132.000	.000
	Roy's Largest Root	.402	26.507 ^a	2.000	132.000	.000
X1B	Pillai's Trace	.311	29.781 ^a	2.000	132.000	.000
	Wilks' Lambda	.689	29.781 ^a	2.000	132.000	.000
	Hotelling's Trace	.451	29.781 ^a	2.000	132.000	.000
	Roy's Largest Root	.451	29.781 ^a	2.000	132.000	.000
X2B	Pillai's Trace	.019	1.257 ^a	2.000	132.000	.288
	Wilks' Lambda	.981	1.257 ^a	2.000	132.000	.288
	Hotelling's Trace	.019	1.257 ^a	2.000	132.000	.288
	Roy's Largest Root	.019	1.257 ^a	2.000	132.000	.288
class	Pillai's Trace	.442	9.445	8.000	266.000	.000
	Wilks' Lambda	.562	11.026 ^a	8.000	264.000	.000
	Hotelling's Trace	.772	12.645	8.000	262.000	.000
	Roy's Largest Root	.762	25.344 ^b	4.000	133.000	.000

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c. Design: Intercept + X1B + X2B + כיתה

Tests of Between-Subjects Effects

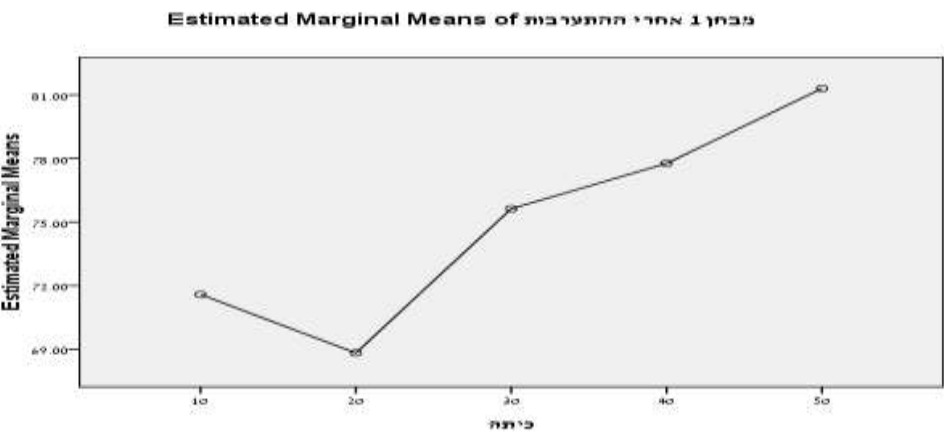
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Test 1 after intervention	32964.932 ^a	6	5494.155	96.325	.000
	Test 2 after intervention	30525.890 ^b	6	5087.648	77.327	.000
Intercept	Test 1 after intervention	1983.010	1	1983.010	34.767	.000
	Test 2 after intervention	3037.648	1	3037.648	46.169	.000
X1B	Test 1 after intervention	3277.818	1	3277.818	57.468	.000
	Test 2 after intervention	1909.284	1	1909.284	29.019	.000
X2B	Test 1 after intervention	45.916	1	45.916	.805	.371
	Test 2 after intervention	26.550	1	26.550	.404	.526
class	Test 1 after intervention	2079.640	4	519.910	9.115	.000
	Test 2 after intervention	6635.131	4	1658.783	25.212	.000
Error	Test 1 after intervention	7586.004	133	57.038		
	Test 2 after intervention	8750.646	133	65.794		
Total	Test 1 after intervention	828501.000	140			
	Test 2 after intervention	830531.000	140			
Corrected Total	Test 1 after intervention	40550.936	139			
	Test 2 after intervention	39276.536	139			

a. R Squared = .813 (Adjusted R Squared = .804)

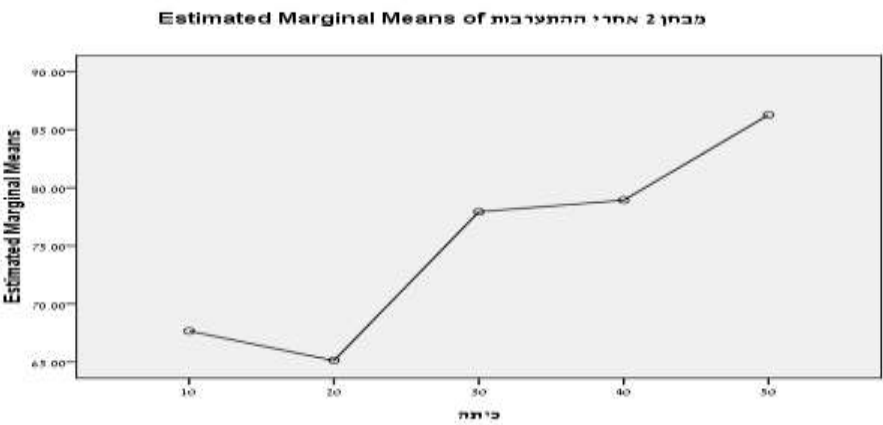
b. R Squared = .777 (Adjusted R Squared = .767)

Profile Plots

Test 1 after intervention



Test 2 after intervention



DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

Subsemnatul, declar pe raspundere personala ca materialele prezentate in teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetari si realizari stiintifice. Constientizez ca, in caz contrar, urmeaza sa suport consecintele in conformitate cu legislatia in vigoare.

Numele, prenumele

Badarne Ghalib

Semnătura

Data

10.09.2021

CURRICULUM VITAE

A. Personal details

Name: Ghalib Baderne **I.D:** 032983744 **Date of birth:** 26.12.1978

Born in: Israel **Citizenship:** Israel



B. Education

1996: Graduated from Araba high school with biology and chemistry major

1998-2002: BA and B.Ed. in David Yellin College, Jerusalem, Biology, Chemistry and Physics specialization (**86.6 average**).

2003: License to engage in teaching in science subjects.

2008-2010: MA with honours in Science and Technology Teaching, Ben-Gurion University of the Negev (**average 91.2**).

2014-2018: Doctoral studies at the Tiraspol State University, Chisinau, Republic of Moldova. Specialty: 532.02. School didactics (Biology)

C. Course of Teaching and Roles

2000-2001: Teaching trainee in Rene Cassin middle-school in Jerusalem.

2001-2002: Instructor in Ein Rappa middle-school, Jerusalem District, 7, 8, 9 grades.

2002-2006: Instructor and environmental coordinator at Abu Obeida School in Rahat 618363, 5, 6, 7, 8 grades.

2007 to this day: Instructor and science and laboratory coordinator at Abu Obeida School in Rahat 618363, 4, 5 and 6 grades. A qualifying and mentoring teacher for interns and teaching students at Kay and Achva College.

2010 to this day: The coordinator of the Axiom Program and the distribution of school hours at the school.

2016 to this day: pedagogical instructor for second year biology-chemistry of secondary education, at Kay College.

2016-2017: Member of the Research and Evaluation Authority at Kaye College.

Professional activity: Ministry of Education and Kaye College.

D. Areas of scientific interest

1. Initiator, promoter and instructor of school projects: Recent initiatives; program of educational activity in education for a healthy lifestyle in a sustainable environment and Seeing Green project for improving school landscape and climate.

2. Adjusting the education system to the 21st century, teaching science and technology in ICT environment, planning schooling and pedagogical innovation, research processes and

basic problems solution, self-management in school, educational leadership in school, teachers as mentors, methods of alternative assessment, robotics.

3. ICT: Highly ICT savvy after qualifying in professional development in the subject and as part of my MA studies, and from my role as the coordinator of sciences subject and axioma, and the need to manage and use the ICT system, MNBSNT, smartboard, planning and giving ICT lessons, processing and presenting data.

E. Participation in scientific events (national and international)

- Symposium “Innovative Methodologies in Education, Kaye Academic College of Education, Israel, 2018;
- Republican Teachers' Conference, March 1-2, 2019. TSU, Chisinau, RM, 2019;
- Moldovan-Polish-Romanian International Scientific Congress: Education - Politics - Society, April 1-4, 2019. TSU, Chisinau, RM, 2019;
- National Scientific Conference with International Participation *Higher Education: Traditions, Values, Perspectives*, September 27 - 28, 2019. TSU, Chisinau, RM, 2019;
- Republican Teachers' Conference, February 28-29, 2020. TSU, Chisinau, RM, 2020.

F. Publications. 8 publications: 4 scientific articles in category B and C magazines; 4 communications at conferences and scientific symposia.

G. Languages: Mother tongue (Arabic), Hebrew at mother tongue level, English at a good level (reading, writing and speech).

H. Additional skills. Public speaking ability, writing and controlling during a tutorial or a lesson.

I. Contacts.

Mobile: +972-54-4636451 **Phone:** +972-4-6216629

E-mail: ghalebb5@gmail.com

Address: Wadi al-Ayn-Araba neighborhood, Israel, POB 209, postal code: 3081200.