

CZU:37.015:001.8/1+54

DOI: 10.36120/2587-3636.v21i3.14-22

METODOLOGIA DE INSTRUIRE PRIN CERCETARE LA CHIMIE ÎN CONTEXT INTERDISCIPLINAR

Sergiu CODREANU, doctor, UST

<https://orcid.org/0000-0003-1105-252X>

Eduard COROPCEANU, doctor, profesor universitar, UST

<https://orcid.org/0000-0003-1073-828X>

Rezumat. Metodologia didactică contemporană este marcată de o serie de procese generatoare de noi contexte educaționale, probleme și soluții funcționale. Una dintre tendințele majore este sporirea gradului de intercalare interdisciplinară pentru a asigura posibilitatea soluționării unor probleme complexe. Resursa umană este unul dintre factorii esențiali în promovarea acestor schimbări, care trebuie formată profesional pentru a putea răspunde acestei provocări ce evoluează într-o dinamică destul de intensă. Este propus un model pedagogic bazat pe metodologia de formare inițială a competențelor profesionale la studenții specialităților de chimie în context interdisciplinar. Modelul este funcțional și eficient datorită faptului că permite o abordare integrată și multilaterală a unor fenomene complexe. Metodele utilizate, utilajul necesar, precum și deschiderea spre utilizarea practică a rezultatelor înscrie această metodologie în concepția STEM.

Cuvinte cheie: instruire prin cercetare, integrare, interdisciplinaritate, competență profesională, metodologie.

RESEARCH METHODOLOGY THROUGH CHEMISTRY RESEARCH IN AN INTERDISCIPLINARY CONTEXT

Abstract. Contemporary teaching methodology is marked by a series of processes generating new educational contexts, problems and functional solutions. One of the major trends is to increase the degree of interdisciplinary interleaving to ensure the possibility of solving complex problems. Human resources are one of the essential factors in promoting these changes, which must be professionally trained in order to respond to this challenge that is evolving in a rather intense dynamic. A pedagogical model based on the methodology of initial training of professional skills in students of chemistry specialties in an interdisciplinary context is proposed. The model is functional and efficient due to the fact that it allows an integrated and multilateral approach to complex phenomena. The methods used, the necessary equipment, as well as the openness to the practical use of the results place this methodology in the STEM conception.

Keywords: training through research, integration, interdisciplinarity, professional competence, methodology.

Introducere. Tendințele din ultimele decenii în sistemul educațional indică la necesitatea revizuirii abordărilor conceptuale pentru asigurarea dezvoltării eficiente și armonioase a personalității educabilului în contextul noilor cerințe ale societății. Divizarea instruirii pe discipline de studii permite analiza aprofundată a unui domeniu, dar deseori se observă deficitul de conexiuni cu alte științe, iar existența materială se desfășoară într-un spațiu unic, în care legăturile din științele conexe se suprapun și se influențează reciproc. Această realitate plasează în fața didacticilor științelor exacte și ale naturii sarcina de a elabora căi eficiente de integrare a cunoștințelor și legăturilor din domeniile înrudite pentru a putea propune modele funcționale pentru formarea competențelor valoroase la

educabili, în baza cărora ei ar putea rezolva diverse probleme neordinare din activitatea profesională și cotidiană.

Pentru a produce schimbarea este nevoie de: elaborarea unei strategii de abordare integrată a unor fenomene (resursa conceptuală); implementarea concepției în procesul de formare profesională inițială și continuă pentru a asigura nivelul corespunzător al personalului (resursa umană); asigurarea suportului didactic necesar (resursa materială) etc.

Sistemul universitar reprezintă platforma pe care se intercalează necesitățile din învățământul general cu inovațiile propuse de cercetători, care în baza studiilor și prognozelor elaborează soluții pentru a spori eficiența sistemului educațional. O componentă importantă pentru dezvoltarea multidimensională a personalității în sistemul educațional este cercetarea. Formarea competenței de cercetare trebuie să înceapă la cea mai fragedă vârstă (preșcolară) pentru ca în cadrul ciclului primar și gimnazial să se dezvolte elementele fundamentale necesare pentru asigurarea elaborării și realizării la nivel liceal a proiectelor inter- și transdisciplinare. Astfel, studenții ciclului I și II la universitate vor dispune de baza necesară pentru a desfășura cercetări științifice veritabile și valoroase, care vor fi orientate spre necesitățile reale ale societății. Pentru aceasta este nevoie ca studentul să dispună de capacitatea de a realiza transferuri teoretice și metodologice între diverse arii curriculare rapid și eficient, să analizeze, sintetizeze diferite idei și să le aplice eficient în realizarea obiectivelor propuse.

Formarea viitorului specialist în domeniul chimiei în mare parte este bazată pe dezvoltarea la studenți a competenței de realizare a studiilor interdisciplinare cu unele discipline conexe, cum ar fi biologia, fizica, informatica, matematica [1]. În aspect aplicativ, instruirea prin cercetare la chimie în context integrat cu disciplini conexe va conduce la sporirea nivelului de asimilare a informației teoretice și practice din domeniul chimiei, precum și din alte domenii. Aceste condiții crează premise favorabile pentru motivarea în dezvoltarea profesională pe parcursul întregii vieți.

Metode și materiale

Unul dintre obiectivele experimentului pedagogic a fost validarea Metodologiei de formare inițială a competențelor profesionale ale studentului chimist în context interdisciplinar, axată pe competențele specifice domeniului: de cercetare, de comunicare, digitale, ecologice, de formare continuă, ce pot fi manifestate de studentul chimist în procesul de soluționare a diferitor situații importante. În baza metodologiei propuse a fost propus cursul interdisciplinar *Chimia pentru viață – cercetări integrate*. Cercetarea pedagogică constă din 4 etape: *de diagnostic; de constatare; de formare; de control* la care au participat 31 de studenți.

Rezultate și discuții

Abordarea interdisciplinară permite utilizarea metodelor de cercetare din alte domenii pentru a studia unele fenomene din chimie. Aceste conexiuni deseori permit

apariția noilor ramuri la hotar dintre științele existente (biochimie, chimie fizică, geochimie etc.), care se dezvoltă activ datorită corespunderii realităților din lumea materială. Pentru realizarea obiectivelor propuse a fost elaborată *Metodologia de formare inițială a competențelor profesionale în context interdisciplinar* (Fig. 1).

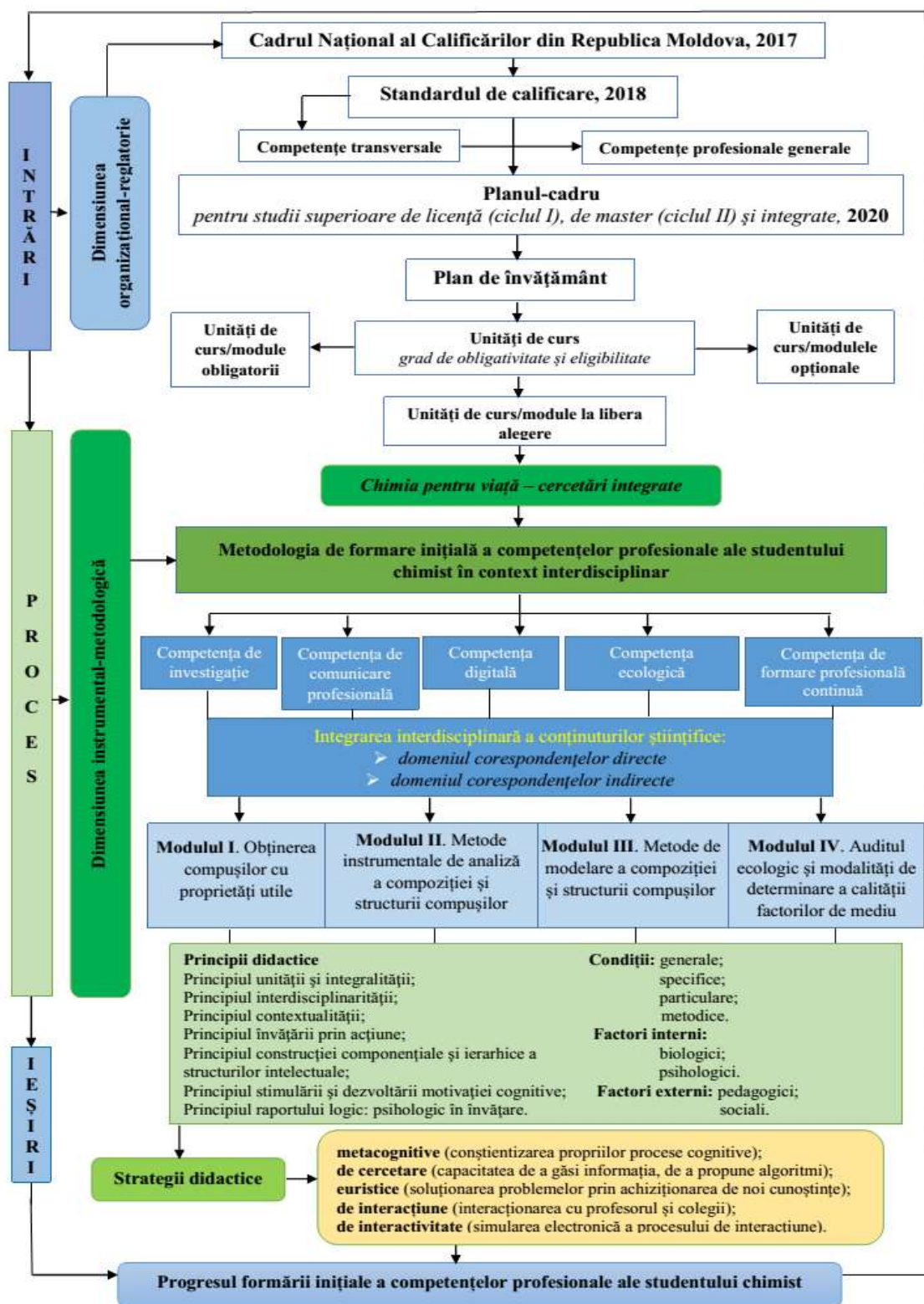


Figura 1. Metodologia de formare inițială a competențelor profesionale în context interdisciplinar

Dimensiunea organizațional-reglatorie ca parte componentă a metodologiei propuse se bazează pe cadrul legislativ reglatoriu din sistemul de învățământ superior: Cadrul Național al Calificărilor (2017) [2]; Standarde de formare a specialistului (2018) [3]; Planul-cadru pentru studii superioare de licență (ciclul I), de master (ciclul II) și integrate, 2020 [4]; Planul de studii la specialitățile facultății Biologie și chimie [5] etc.

Dimensiunea instrumental-metodologică reprezintă componenta esențială a metodologiei elaborate și se referă la proiectarea și implementarea metodologiei de formare prin cercetare în context interdisciplinar. Metodologia de formare constă din 4 module: *Obținerea compușilor cu proprietăți utile; Metode instrumentale de analiză a compoziției și structurii compușilor; Metode de modelare a compoziției și structurii compușilor, Auditul ecologic și modalități de determinare a calității factorilor de mediu.*

Metodologia propusă are la bază concepția fundamentală de dezvoltare a competențelor profesionale la chimie în contextul instruirii prin cercetare, deoarece viitorul absolvent care va activa în instituția preuniversitară, trebuie să fie pregătit pentru organizarea activităților cu caracter interdisciplinar pentru a face față cerințelor curriculumului actual [6, 7].

Deci, în cadrul disciplinei Chimia, nivelul eficienței procesului de instruire poate fi ridicat aplicând studii interdisciplinare. În rezultatul analizei planurilor de studii ale specialităților Facultății Biologie și chimie a UST s-a stabilit, că ele conțin o serie de cursuri cu caracter interdisciplinar, poziționate la hotarul chimiei cu unele discipline înrudite (Tabelul 1, Figura 2) [5].

Tabelul 1. Ponderea cursurilor interdisciplinare în planurile de studii ale specialităților Facultății Biologie și chimie a UST

Specialitatea	Cursuri (total), nr.	Cursuri cu caracter interdisciplinar, nr.	Conținutul cursurilor cu caracter interdisciplinar, %
Biologie și chimie (zi)	87	7	8,05
Chimie și biologie (zi)	78	8	10,3
Chimie și fizică (zi)	85	7	8,24
Biologie (zi)	56	5	8,93
Ecologie (zi)	55	7	12,73
Chimie (zi)	61	7	11,48
Biologie (FR)	70	8	11,43
Chimie (FR)	65	7	10,77

La specialitățile analizate, în planurile de studii se regăsesc o serie de cursuri interdisciplinare: Biochimie, Chimie fizică, Cristalochimie, Hidrochimie, Radiochimie, Chimie ecologică, Agrochimie etc. S-a constatat că în cadrul majorității specialităților facultății Biologie și chimie ponderea cursurilor interdisciplinare este de 8,05-12,73%. Cea mai mare pondere a interdisciplinarității cursurilor (12,73%) se atestă la specialitatea

Ecologie (zi), faptul fiind condiționat de specificul domeniului, care se află la intersecția unor ramuri ale biologiei, chimiei, geografiei etc.

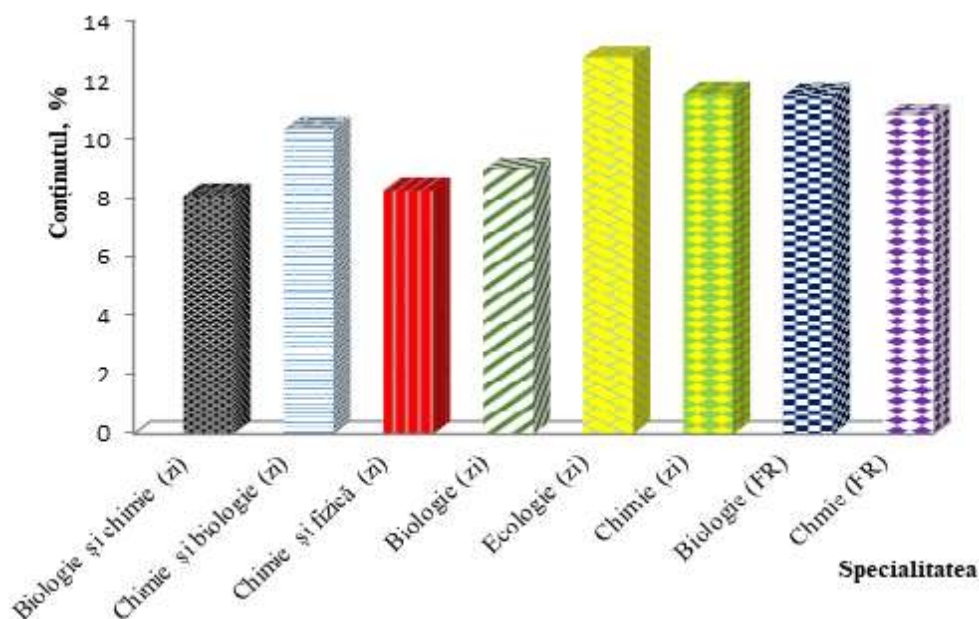


Figura 2. Gradul de interdisciplinaritate a cursurilor la specialitățile facultății Biologie și chimie

Oferta educațională în cadrul facultății Biologie și chimie a UST la Chimie (licență) este asigurată la două domenii de formare profesională: Științe ale educației; Științe ale naturii. În ambele cazuri ponderea cursurilor cu caracter interdisciplinar în planurile de studii este de aproximativ 11%. Corelarea interdisciplinară la specialitățile acestor domenii se realizează la cursurile: Chimie biologică, Chimie fizică, Chimie ecologică, Hidrochimie, Cristalochimie, Radiochimie, etc. Cercetările în cadrul tezelor de licență realizate de către studenții acestor specialități au, în mare parte, un caracter inter- și transdisciplinar, cu aplicarea metodelor și utilajului din domeniile înrudite, necesare pentru atingerea obiectivelor propuse.

Abordarea interdisciplinară a fenomenelor din chimie-biologie-fizică este o necesitate fundamentală pentru asigurarea calității formării specialiștilor din domeniul științelor naturii. Predarea fragmentată, disciplinară, a unor legități și fenomene ce țin de procese din natură sau activitatea umană (circuitul materiei în natură, metabolism, transformările energetice etc.) crează impedimente în formarea concepției despre tabloul integrat al lumii materiale.

În cercetarea contemporană se observă tendința de realizare a proiectelor ce se bazează pe studii integrate, care permit desfășurarea unor activități apropiate de viața reală, cu aplicarea cunoștințelor în practică și obținerea unor rezultate și efecte reale. La intersecția dintre diferite domenii, utilizând metode și utilaj de cercetare contemporan cu precizie înaltă, apar posibilități de studiere complexă a unor compuși și procese [8], cât și motivarea pentru instruirea la chimie [9].

Sinteza compuși chimici noi cu proprietăți utile pentru diferite domenii prezintă o direcție importantă în Știința materialelor. Moleculele obținute pe cale sintetică, fiind modele ale unor compuși cu importanță vitală, permit examinarea detaliată a unor fenomene, precum și monitorizarea unor procese importante pentru medicină, agricultură, industrie etc.

Metodologia de formare inițială în context interdisciplinar a fost proiectată în baza a 4 module:

1. *Obținerea compușilor cu proprietăți utile* – este axat pe modalități de sinteză chimică a unor complecși noi din punct de vedere al compoziției, structurii și proprietăților manifestate; determinarea calitativă a compoziției cu ajutorul metodelor fizice contemporane de analiză; studii teoretice a stării energetice a sistemelor moleculare; analiza unor stimulatori ai proceselor de biosinteză a preparatelor enzimatică. Conținutul acestui modul va conduce la formarea *Competenței de cercetare*. Educabilul va propune algoritmi de asamblare a compușilor coordinativi utilizând diverși liganzi organici cu atomi donori de electroni, metale cu proprietăți de activitate asupra sistemelor biologice, totodată propunând variante de modelare a condițiilor de obținere a compușilor noi etc.
2. *Metode instrumentale de analiză a compoziției și structurii compușilor. Metode biologice. Testare biologică.* Modulul se bazează pe studiul și aplicarea unor metode fizice și chimice de stabilire a compoziției elementale și a structurii geometrice a compușilor chimici sintetizați, precum și a metodelor de testare a proprietăților biologice. Aceste studii contribuie la formarea *Competenței de cercetare*, iar studentul va însuși metodele de determinare a compoziției și structurii compușilor noi prin utilizarea unui set de metode instrumentale contemporane de analiză. Pentru determinarea domeniilor de utilitate practică a metalocomplecșilor studenții vor realiza testări ale proprietăților de stimulare a proceselor enzimogenetice.
3. *Metode de modelare a compoziției și structurii compușilor* – se bazează pe studiul și utilizarea unor soft-uri specifice chimiei pentru studierea moleculelor și fenomenelor chimice, precum și modelarea computațională pentru a determina cele mai stabile modele/stări moleculare. Aceste exerciții permit formarea *Competenței digitale*. Viitorul specialist va fi capabil să modeleze arhitecturi moleculare, procese chimice, să prognozeze probabilitatea desfășurării unei reacții chimice și produsele ei, să determine gradul de stabilitate a sistemelor moleculare cercetate etc.
4. *Auditul ecologic și modalități de determinare a calității factorilor de mediu* – se axează pe analiza calității factorilor de bază ai mediului cu ajutorul unor aplicații digitale specializate (senzori). În final se va forma *Competența ecologică* și tinerii specialiști vor determina calitatea factorilor de mediu prin integrarea competenței digitale în baza utilizării senzorilor.

Rezultatul cel mai valoros al studiilor la ciclul I și II este redat în tezele de licență/master care prezintă o formă de evaluare finală și complexă a competențelor. În majoritatea cazurilor tezele sunt bazate pe studii interdisciplinare. Studenții aplică diferite metode de sinteză a compușilor coordinativi în baza sărurilor inițiale și a liganzilor cu diverse grupe funcționale, adaptează condițiile de sinteză la specificul obiectivelor propuse, analizează complexii asamblați cu ajutorul diferitor metode de studiu a compoziției și structurii compușilor noi, analizează activitatea biologică (fiind un model de investigare interdisciplinar *chimie* → *fizică* → *biologie*).

Reieșind din Tabelul 2 și Figura 3, tezele de licență/master ce sunt axate pe studii în domeniul sintezei unor compuși coordinativi ating în unii ani ponderea de până la 67%.

Tabelul 2. Teze prezentate (ciclul I și II) în baza studiilor în domeniul sintezei compușilor coordinativi ai metalelor tranziționale

Anii	Licență (Secția cu frecvență la zi)			Licență (Secția cu frecvență redusă)			Master		
	Total teze, nr.	Teze la sinteza chimică, nr.	Ponderea, %	Total teze, nr.	Teze la sinteza chimică, nr.	Ponderea, %	Total teze, nr.	Teze la sinteza chimică, nr.	Ponderea, %
2013	25	5	20,0	36	3	8,33	13	2	15,38
2014	9	6	66,67	26	4	15,38	19	8	42,11
2015	20	4	20,0	20	4	20,0	23	4	17,39
2016	6	4	66,67	18	1	5,56	24	2	8,33
2017	8	1	12,5	17	-	0	17	-	0
2018	5	1	20,0	7	1	14,29	14	1	7,14

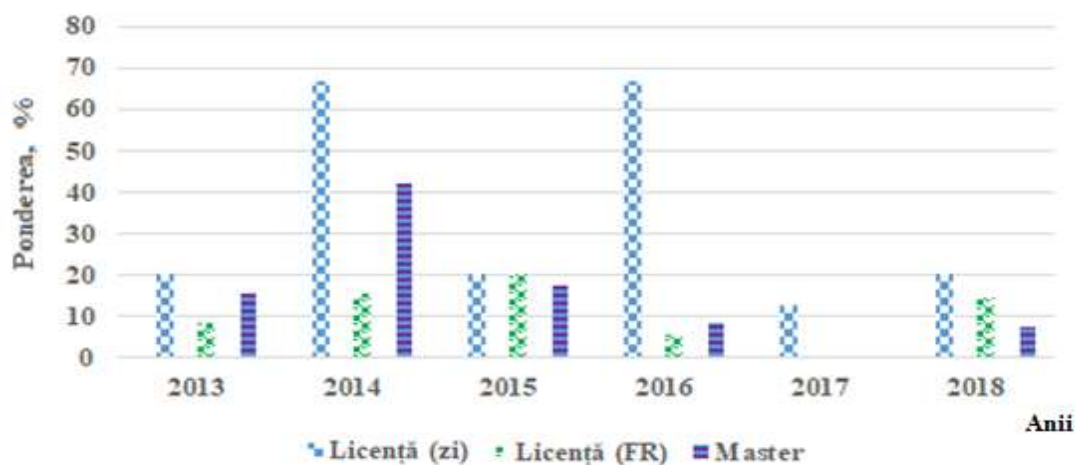


Figura 3. Ponderea (%) tezelor axate pe sinteza unor compuși coordinativi

De asemenea, se atestă un număr semnificativ de teze bazate pe rezultate obținute în cadrul studiilor cu utilizarea calculului cuantico-chimic și a modelării moleculare la calculator (Tabelul 3, Figura 4).

Tabelul 3. Teze prezentate (ciclul I și II) în baza calculului cuantico-chimic

Anii	Licență (zi)			Licență (FR)			Master		
	Total teze, nr.	Teze la chimia teoretică, nr.	Pondere, %	Total teze, nr.	Teze la chimia teoretică, nr.	Pondere, %	Total teze, nr.	Teze la chimia teoretică, nr.	Pondere, %
2013	25	3	12,0	36	1	2,78	13	0	0
2014	9	2	22,22	26	0	0	19	0	0
2015	20	1	5,0	20	0	0	23	1	4,35
2016	6	1	16,67	18	2	11,11	24	0	0
2017	8	1	12,5	17	0	0	17	0	0
2018	5	1	20,0	7	1	14,29	14	0	0

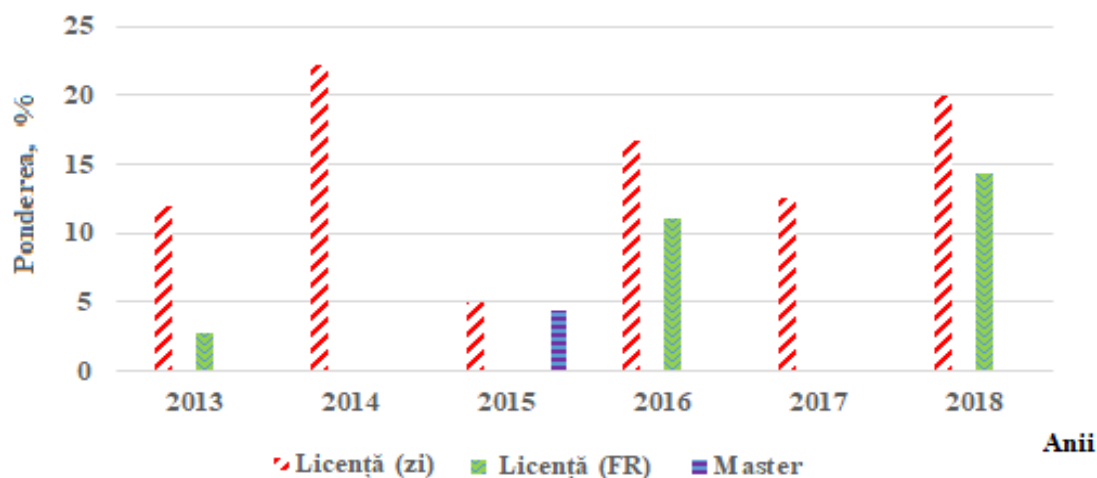


Figura 4. Pondere (%) lucrărilor de licență și master bazate pe calcule teoretice

În contextul instruirii prin cercetare pot fi propuse modele care ar permite desfășurarea unor studii complexe și multilaterale a sistemelor moleculare, precum și a reacțiilor chimice, care pot oferi posibilitatea educabilului să avanseze conform algoritmului: *săruri și liganzi* → *compuși coordinativi* → *determinarea particularităților compoziției și structurii* → *determinarea caracteristicilor energetice* → *identificarea domeniilor de utilizare practică*.

Aplicarea metodelor de calcul a stării energetice a sistemelor moleculare permite formarea unui sistem interdisciplinar: *moleculă/proces* → *studiul stării energetice* →

corelarea particularităților de compoziție-structură-proprietăți → formarea concepției integrate de studiu în contextul metodologiei STEM.

Concluzii

Procesul de instruire interdisciplinară prin cercetare la chimie constituie un context favorabil și important pentru asigurarea unei educații formative și motivante. Integrarea conținuturilor de la diferite discipline de studii va contribui în mod determinant la formarea profesională a studentului chimist prin dezvoltarea unui stil de gândire logică, bazată pe aplicarea achizițiilor cognitive în activitatea practică. Utilizarea conform unui algoritm logic a metodelor și echipamentului din diferite domenii pentru realizarea obiectivelor propuse permite deschiderea spre studii complexe și profunde, care se integrează armonios în concepția didactică contemporană STEM.

Modelul propus asigură dezvoltarea competențelor profesionale în baza unor mecanisme viabile pentru activitatea didactică axată pe cercetare.

Bibliografie

1. Codreanu S. Rezolvarea problemelor cu caracter interdisciplinar la chimia analitică. In: *Lucrările Conferinței științifico-didactice naționale cu participare internațională, ediția a II-a, consacrată aniversării a 80-a a profesorului universitar Ilie Lupu „Probleme actuale ale didacticii științelor reale”*, 11-12 mai 2018, Vol. II, pag. 54-58. ISBN: 978-9975-76-239-7.
2. Cadrul Național al Calificărilor din învățământul superior: https://mecc.gov.md/sites/default/files/cnc_22_31_32_33_34_38_42_44_55_85.pdf
3. Standarde de formare a specialistului (2018): https://mecc.gov.md/sites/default/files/sc_6_cncrm_profesor_cu_specializare_la_diverse_discipline_scolare.pdf.
4. Planul-cadru pentru studii superioare de licență (ciclul I), de master (ciclul II) și integrate, 2020 (ordin nr. 120 din 10.02.2020): https://yandex.ru/search/?clid=2285101&text=Plan-cadru-pentru-studii-superioare-de-licen%C5%A3%C4%83-ciclul-I-de-master-ciclul-II-%C5%9Fi-integrate_2020.pdf&lr=10313
5. Planuri de învățământ. Specializările ciclului I (licență). Specializările ciclului II (masterat). Facultatea de Biologie și chimie. Chișinău, 2018.
6. Curriculum național Chimie, clasele VII-IX: https://mecc.gov.md/sites/default/files/chimie_gimnaziu_ro.pdf
7. Curriculum național Chimie, clasele X-XII: https://mecc.gov.md/sites/default/files/chimie_liceu_ro.pdf
8. Ardelean A., Mândruț O. Didactica formării competențelor. Cercetare-dezvoltare-inovare-formare. Arad: „Vasile Goldiș” University Press, 2012. 205 p.
9. Codreanu S., Iavița T., Coropceanu E. Utilizarea senzorilor în motivarea pentru instruire la chimie. In: *Acta et commentationes. Științe ale Educației*. 2019, Nr. 3, p. 153-160. ISSN: 1857-0623.