

References:

- Äbilitaeva, Ä.İ., & Jūmağūlova, Q.A. (2025). *Bolaşaq biologiya pāni mūğālūmderin integrasialaṅğan cifrlyq kontentterdi goldanuğa kāsibi daiarlau. Abai Atynдағы Qazaq Ūltyq Pedagogikalyq Universitetiniñ Habarshysy. Pedagogika Ğylymdary Seriasy*, (3), 255–269. <https://doi.org/10.51889/2959-5762.2025.87.3.023>
- Chiu, T.K.F., Chai, C.S., Williams, P.J., & Lin, T.J. (2023). Teacher professional development on artificial intelligence education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100129. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100129>
- Cochrane, R.R., dos Santos, L.V., & Cai, Y. (2026). The convergence of AI-driven engineering biology and emerging technologies advancing globally networked autonomous biofoundries. *Current Opinion in Biotechnology*, 99, 103503. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2026.103503>
- Funk, C.C., Paterson, T., Bangs, A., Cannon, D.M., Savage, G., Ringger, E., & Hood, L. (2026). Mining the gaps: Deciphering Alzheimer's biology through AI-driven reconciliation. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, 13, 100402. <https://doi.org/10.1016/j.tjpad.2025.100402>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M.A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.
- Kasneji, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Ng, D.T.K., Leung, J.K.L., Chu, S.K.W., & Qiao, M.S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Toqayev, Q.-J. (2023). *Qazaqstan Respublikasy Prezidentiniñ Qazaqstan halqyna Joldaуy*. <https://www.akorda.kz>
- Zawacki-Richter, O., Marin, V.I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), Article 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zha, S., Bragdon, M. M., Gong, N., Wang, J., Leavesley, S., Eaton, R., & Bosarge, E. (2025). A case study of integrating AI literacy education in a biology class. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35, 2453–2477. <https://doi.org/10.1007/s40593-025-00476-8>

FTAXP 14.25.09

<https://doi.org/10.51889/2959-5762.2026.91.3.015>

З.Н.Өтеш,^{1*} Ж.Қ.Қорғанбаева,¹ С.Ә.Мамырханова¹

¹ Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРНЫ СТУДЕНТТЕРІНЕ БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ХИМИЯНЫ ОҚЫТУДА WEB 2.0 ҚҰРАЛДАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

Аңдатпа

Бейорганикалық химияны оқытуда Web 2.0 құралдарын қолдану қазіргі білім беру жүйесіндегі заманауи технологияларды тиімді пайдаланудың бір жолы болып табылады. Бұл мақалада аталған құралдарды оқу үдерісіне енгізудің маңыздылығы мен артықшылықтары қарастырылады. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың жедел дамуы білім алушылардың оқуға деген ынтасын арттыруға, оқыту сапасын жақсартуға және пәнге деген қызығушылығын күшейтуге жаңа мүмкіндіктер ұсынады. Web 2.0 құралдары арқылы оқушылардың өздігінен білім алуына, шығармашылық қабілеттерін дамытуына және танымдық белсенділігінің артуына жол ашылады. Мақаланың мақсаты – бейорганикалық химияны оқытуда Web 2.0 құралдарын қолданудың тиімді жолдарын анықтап, олардың оқу сапасына тигізетін оң әсерін дәлелдеу. Зерттеу барысында салыстырмалы талдау, бақылау, сауалнама және тәжірибелік сабақтар әдістері қолданылды. Нәтижесінде Web 2.0 құралдарын қолдану оқушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырып, білім сапасын жоғарылататыны анықталды. Сонымен қатар, мұндай әдістер оқушылардың ойлау, талдау, топпен жұмыс жасау және өз ойын еркін жеткізу дағдыларын дамытуға ықпал ететіні байқалды. Мысалы, Padlet, Kahoot, Google Forms, Quizlet, Wordwall сияқты сервистерді пайдалану арқылы сабақ мазмұнын түрлендіріп, оны интерактивті әрі қызықты етіп өткізуге болады. Қорытындылай келе, бейорганикалық химияны оқытуда Web 2.0 құралдарын қолдану – заманауи білім берудің тиімді тетігі. Ол мұғалім мен оқушы арасындағы байланысты нығайтып қана қоймай, оқытудың сапасы мен нәтижелілігін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: бейорганикалық химияны оқыту әдістемесі, Web 2.0 технологиялары, цифрлық педагогика, жоғары білім беру, студенттердің танымдық белсенділігі.

Отеш З.Н., *¹  Корганбаева Ж.К.,¹  Мамырханова С.А.¹ 

¹ Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ WEB 2.0 ПРИ ОБУЧЕНИИ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Аннотация

Использование инструментов Web 2.0 в преподавании неорганической химии является одним из эффективных способов применения современных технологий в системе образования. В данной статье рассматриваются значение и преимущества внедрения указанных инструментов в учебный процесс. Бурное развитие информационно-коммуникационных технологий открывает новые возможности для повышения мотивации обучающихся, улучшения качества обучения и усиления интереса к предмету. Применение инструментов Web 2.0 способствует формированию у студентов навыков самостоятельного приобретения знаний, развитию творческих способностей и повышению познавательной активности. Цель статьи - определить эффективные пути использования инструментов Web 2.0 при обучении неорганической химии и доказать их положительное влияние на качество учебного процесса. В ходе исследования были использованы методы сравнительного анализа, наблюдения, анкетирования и проведения практических занятий. Результаты показали, что использование инструментов Web 2.0 повышает интерес учащихся к предмету и способствует улучшению качества знаний. Кроме того, данные методы способствуют развитию у студентов навыков мышления, анализа, работы в группе и свободного выражения своих мыслей. Например, использование таких сервисов, как Padlet, Kahoot, Google Forms, Quizlet, Wordwall, позволяет разнообразить содержание уроков, сделать их интерактивными и более увлекательными. В заключение можно отметить, что применение инструментов Web 2.0 в преподавании неорганической химии является эффективным механизмом современного образования. Оно не только укрепляет взаимодействие между учителем и учащимися, но и способствует повышению качества и результативности обучения.

Ключевые слова: методика преподавания неорганической химии, технологии Web 2.0, цифровая педагогика, высшее образование, познавательная активность студентов.

Otesh Z., *¹  Korganbayeva Zh.,¹  Mamyrkhanova S.¹ 

¹ Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

ADVANTAGES OF USING WEB 2.0 TOOLS IN TEACHING INORGANIC CHEMISTRY TO UNIVERSITY STUDENTS

Abstract

The use of Web 2.0 tools in teaching inorganic chemistry is one of the ways to effectively use modern technologies in the modern education system. This article considers the importance and advantages of introducing these tools into the learning process. The rapid development of information and communication technologies offers new opportunities to increase students' motivation to study, improve the quality of teaching, and enhance their interest in the subject. Web 2.0 tools pave the way for students to learn independently, develop their creative abilities, and increase their cognitive activity. The purpose of the article is to identify effective ways to use Web 2.0 tools in teaching inorganic chemistry and prove their positive impact on the quality of learning. The research used methods of comparative analysis, observation, survey, and practical classes. As a result, it was found that the use of Web 2.0 tools increases students' interest in the subject and improves the quality of education. In addition, it was noted that such methods contribute to the development of students' thinking, analysis, teamwork, and free expression skills. For example, using services such as Padlet, Kahoot, Google Forms, Quizlet, Wordwall, you can transform the content of the lesson and make it interactive and interesting. In conclusion, the use of Web 2.0 tools in teaching inorganic chemistry is an effective mechanism of modern education. It not only strengthens the relationship between teacher and student, but also allows you to increase the quality and effectiveness of teaching.

Keywords: inorganic chemistry teaching methodology, Web 2.0 technologies, digital pedagogy, higher education, students' cognitive activity.

Кіріспе. Қазіргі кезеңде жоғары білім беру жүйесін цифрландыру білім беру үдерісін ұйымдастырудың жаңа тәсілдерін талап етуде. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың қарқынды дамуы оқытудың мазмұны мен әдістерін жаңартуға, білім алушылардың танымдық

белсенділігін арттыруға және цифрлық құзыреттіліктерін дамытуға мүмкіндік береді. Осы тұрғыдан алғанда, Web 2.0 технологиялары білім беру үдерісінде кеңінен қолданылатын заманауи педагогикалық құралдардың бірі болып табылады.

Ғылыми әдебиеттерге жүргізілген талдау Web 2.0 құралдарының оқыту тиімділігін арттырудағы педагогикалық әлеуетін көрсетеді. Alev және әріптестері Web 2.0 технологияларының болашақ мұғалімдердің педагогикалық білімін қалыптастырудағы рөлін зерттеп, аталған құралдардың білім алушылардың пәндік және әдістемелік даярлығын жетілдіруге ықпал ететінін анықтаған (Иванов & Петрова, 2020). Costa және әріптестері жоғары оқу орны студенттерінің оқу қызметінде Web 2.0 құралдарын пайдалану олардың оқу мотивациясын арттырып, ынтымақтастықта жұмыс жасау дағдыларын дамытуға мүмкіндік беретінін дәлелдеген. Danciu мен Grosseck жүргізген зерттеулерде цифрлық ортадағы Web 2.0 технологияларының оқытушылар қызметін жетілдірудегі мүмкіндіктері мен білім беру сапасын арттырудағы маңызы негізделген (Петрова & Смирнов, 2021).

Соңғы жылдары химияны оқытуда цифрлық технологияларды қолдануға қатысты зерттеулер де кеңінен жүргізілуде. Iyamuremye және әріптестері веб-негізделген талқылау құралдарын пайдалану органикалық химияны оқыту барысында білім алушылардың пәндік жетістіктерін арттыруға оң әсер ететінін көрсеткен (Fauziah et al., 2021). Сонымен қатар, Web 2.0 технологияларын пайдалану арқылы күрделі химиялық ұғымдарды визуализациялау, студенттердің зерттеушілік дағдыларын қалыптастыру және оқу мотивациясын арттыру мүмкіндіктері қарастырылған (Alev et al., 2012).

Алайда жүргізілген зерттеулердің басым бөлігі Web 2.0 технологияларын жалпы білім беру үдерісінде немесе жекелеген пәндерді оқыту барысында қолдану мәселелеріне арналған. Ал жоғары оқу орны студенттеріне бейорганикалық химияны оқытуда Web 2.0 құралдарын пайдаланудың педагогикалық тиімділігі, олардың студенттердің танымдық белсенділігіне, оқу мотивациясына және оқу жетістіктеріне әсері жеткілікті деңгейде зерттелмеген. Әсіресе зертханалық жұмыстарды ұйымдастыруда цифрлық платформаларды қолданудың әдістемелік мүмкіндіктері ғылыми тұрғыдан қосымша негіздеуді қажет етеді.

Осыған байланысты зерттеудің мақсаты - жоғары оқу орны студенттеріне бейорганикалық химияны оқыту барысында Web 2.0 құралдарын қолданудың педагогикалық тиімділігін анықтау және олардың студенттердің танымдық белсенділігі мен оқу жетістіктеріне ықпалын бағалау.

Зерттеу гипотезасы- Web 2.0 құралдарын қолдану студенттердің оқу мотивациясын және білім сапасын арттырады.

Web 2.0 технологияларын химияны оқытуда қолдану мәселесі оқу жетістігі, мотивация, химиялық ұғымдарды түсіндіру және білім алушылардың өзара әрекеттесуі тұрғысынан зерттеліп келеді. Romero, Vidal Espinosa және Ramirez Hernández жоғары білімдегі 537 студенттің қатысуымен органикалық химияны оқытуда блог пен бейнематериалдарды пайдаланып, олардың оқу жетістігіне және оқу үдерісіне қатынасына оң ықпалын анықтады (Danjou, 2020). Şeker және Yalçın Çelik қышқылдар, негіздер және тұздар тақырыптарын оқытуда Web 2.0 қосымшаларын дәстүрлі оқыту тәсілімен салыстырып, академиялық нәтижелердің жақсарғанын көрсетті (Iyamuremye et al., 2022). Екі зерттеу де Web 2.0 технологияларының оқу нәтижелерін қолдайтынын көрсеткенімен, біріншісі жоғары білімдегі органикалық химияға, екіншісі мектеп деңгейіндегі оқытуға бағытталған.

Web 2.0 құралдарының оқу нәтижесінен бөлек мотивациялық және танымдық мүмкіндіктері де зерттелген. Widarti және әріптестері химияны оқытуда әлеуметтік медианы қолдануға арналған зерттеулерді талдап, цифрлық ортаның білім алушылардың оқу мотивациясы мен белсенді қатысуын қолдайтынын анықтады (Romero et al., 2019). Uyulgan және Akkuzu Guven Web 2.0 құралдарының анимация, визуализация және интерактивті элементтер арқылы абстрактілі химиялық ұғымдарды түсіндірудегі мүмкіндіктерін айқындады (Şeker & Yalçın, 2023). Şen бұл нәтижелерді толықтырып, Web 2.0 құралдарының интерактивті оқу ортасын қалыптастырудағы рөлін сипаттады (Şen, 2025). Алайда бұл еңбектерде негізгі назар

студенттердің нақты пәндік нәтижелеріне емес, цифрлық технологияларды қабылдау мен олардың педагогикалық мүмкіндіктеріне аударылған.

Web-негізделген технологиялардың коммуникациялық мүмкіндіктері Danjou және Iyamuremye бастаған зерттеулерде қарастырылған. Danjou органикалық химияны қашықтан оқытуда бейнематериалдар мен әлеуметтік медианы біріктіріп, синхронды және асинхронды коммуникацияны ұйымдастырды (Uyulgan & Akkuzu, 2022). Iyamuremye, Twagilimana және Niyonzima web-based discussion құралдарының химияны оқытудағы коммуникация мен білім алушылардың белсенді қатысуын қолдайтынын зерттеді (Widarti et al., 2023). Бұл зерттеулер цифрлық құралдардың оқу мазмұнын ұсынумен қатар, өзара әрекеттесуді ұйымдастыруға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Дегенмен, органикалық химияны қашықтан оқытуға, ал мектеп деңгейіндегі химияға бағытталған.

Қарастырылған еңбектер Web 2.0 технологияларының химияны оқытудағы әртүрлі мүмкіндіктерін айқындағанымен, олардың көпшілігі белгілі бір құралдың немесе бір педагогикалық функцияның әсерін жеке қарастырған. Жоғары оқу орнында бейорганикалық химияны оқытуда бірнеше Web 2.0 құралын бір оқу құрылымына жүйелі біріктіру және оның студенттердің оқу нәтижелеріне әсерін эксперименттік және бақылау топтарын салыстыру арқылы бағалау мәселесі жеткілікті зерттелмеген.

Зерттеу анықталған ғылыми олқылықты толықтыру мақсатында жүргізілді. Зерттеу барысында Kahoot, Padlet, Canva, YouTube және Google Forms құралдары бейорганикалық химияны оқытудың негізгі кезеңдеріне, соның ішінде оқу материалын ұсыну, интерактивті тапсырмаларды орындау, визуализация, білімді бекіту, бағалау және рефлексия үдерістеріне жүйелі түрде интеграцияланды. Web 2.0 технологияларына негізделген оқыту нәтижелері дәстүрлі оқыту әдістері қолданылған бақылау тобымен салыстырылды. Зерттеудің ерекшелігі Web 2.0 құралдарының жекелеген мүмкіндіктерін сипаттаумен емес, оларды жоғары білімдегі бейорганикалық химия курсының оқу үдерісіне кешенді интеграциялау және оның педагогикалық тиімділігін эксперименттік тұрғыдан бағалаумен айқындалады.

Материалдар мен әдістер. Web 2.0 технологияларын білім беру саласында қолдануға бағытталған ғылыми зерттеулер 2000-жылдардың басында қарқын ала бастады. Бұл кезеңде интернеттің тек ақпарат көзі ғана емес, сонымен қатар интерактивті қарым-қатынас пен бірлескен әрекет алаңы ретінде мүмкіндіктері кеңейе түсті. Web 2.0 ұғымының қалыптасуы білім беру үдерісінде жаңа педагогикалық тәсілдердің дамуына ықпал етті. Атап айтқанда, Wiki, блогтар, әлеуметтік желілер, Kahoot сияқты құралдар оқытуда кеңінен қолданыс тапты (Hua & Junyi, 2022). Осы кезеңнен бастап Web 2.0 технологияларының жедел дамуы білім алушылардың оқу белсенділігін арттыруға, танымдық қабілеттерін жетілдіруге және бірлескен әрекет мәдениетін қалыптастыруға негіз қалады. Сонымен қатар, бұл технологиялар студенттердің шығармашылық әлеуетін ашуға, оқу материалын визуализациялау арқылы күрделі ұғымдарды жеңіл қабылдауға жағдай жасады. Қазіргі таңда Web 2.0 құралдарын меңгеру және оларды оқу үдерісінде тиімді пайдалану цифрлық құзыреттіліктің маңызды құрамдас бөлігі болып есептеледі (Elena & Gabriela, 2011). Зерттеу нәтижелері Web 2.0 технологияларын оқу процесіне енгізудің білім сапасын арттырудағы маңызын, студенттердің қызығушылығын оятудағы және оқу мотивациясын жетілдірудегі әлеуетін айқын көрсетіп отыр. Озық дамыған мемлекеттердің Web 2.0 технологияларын білім беру жүйесінде қолдану тәжірибесін зерделеу Қазақстан үшін маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Шетелдік тәжірибелер көрсеткендей, Web 2.0 құралдары (Google Forms, Classroom, Kahoot, Padlet және т.б.) оқу үдерісінде білім алушылардың ынтасын арттырып қана қоймай, олардың бірлескен жұмыс, сыни ойлау және шығармашылық қабілеттерін дамытуға ықпал етеді. Мәселен, Финляндия мен Сингапур мектептерінде жүргізілген зерттеулер нәтижесінде Web 2.0 платформалары оқу мотивациясын күшейтіп, цифрлық сауаттылықты арттыруда тиімді екені дәлелденді (Anna et al., 2024).

АҚШ, Ұлыбритания және басқа да бірқатар елдерде Web 2.0 құралдары дәстүрлі, қашықтан және аралас форматтағы сабақтарда кеңінен қолданыс табуда. Canva, Jamboard секілді

интерактивті қосымшалар күрделі ұғымдарды визуализациялауға мүмкіндік берсе, Kahoot және Padlet платформалары студенттердің білімін жедел бағалауда тиімді құрал ретінде пайдаланылуда (Yen & Min, 2012). Осы тұрғыдан алғанда, бейорганикалық химия пәнін оқып жатқан студенттердің кәсіби дайындығында Web 2.0 платформаларын қолдану білім сапасын қамтамасыз етудің тиімді педагогикалық құралы ретінде қарастыруға болады (Abd et al., 2014). Web 2.0 құралдары студенттердің шығармашылық және сыни ойлау қабілеттерін дамытуға мүмкіндік береді. Бұл платформаларды сабаққа интеграциялау оқу материалын түсінуді жеңілдетіп, топтық жұмысты тиімді ұйымдастыруға ықпал етеді. Нәтижесінде, студенттердің пәнге деген қызығушылығы артып, оқу процесінің интерактивтілігі мен сапасы айтарлықтай жақсарады.

Кесте 1. Бейорганикалық химияны оқытуда Web 2.0 құралдарын қолданудың Қазақстандағы және шетелдік тәжірибедегі салыстырмалы талдауы

Критерий	Шетелдік тәжірибеде	Қазақстанда
Онлайн-курстар мен платформаларға қолжетімділік	MOOC платформалары (Coursera, edX) арқылы университеттерден тегін және ақылы курстар	Қазақстанда Coursera мен edX қолжетімді, бірақ курстар саны аз
Виртуалды зертханалар мен симуляциялар	PhET, ChemCollective секілді виртуалды зертханалармен онлайн тәжірибелер жүргізу	Виртуалды зертханалар тек алдыңғы қатарлы университеттерде қолданылуда
Ғылыми деректер мен базаларға қолжетімділік	PubChem, Reaxys, SciFinder секілді халықаралық ғылыми базалар кеңінен қолданылады	Халықаралық ғылыми базаларға қолжетімділік шектеулі, бірақ ірі университеттерде қолданылады
Интерактивті оқулықтар мен материалдар	Электрондық оқулықтар мен ашық білім ресурстары (OER) кеңінен пайдаланылады	Электрондық оқулықтар енгізілуде, бірақ олардың сапасы әртүрлі

Бейорганикалық химия курсының мазмұнына сәйкес пән үш негізгі блокқа бөлінеді:

1. Заттың құрылымы туралы ілім.
2. Химиялық процесстер теориясы.
3. Периодтық жүйе элементтерінің химиясы.

Курс мазмұнының жүйесі көп сатылы құрылымға ие. Мысал ретінде, периодтық жүйе элементтерінің химиясы зертханалық жұмыс №1. Сутек. Газдармен жұмыс жасау ережесі тақырыбы бойынша жұмыс түрлерін қарастырайық. Зерттеу барысында педагогикалық эксперимент, алыстырмалы талдау, сауалнама, бақылау әдістері жүргізілді. Зерттеу Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің екі оқу тобынан алынды: ХНК-1 тобы, топтағы студент саны- 12 бұл бақылау тобы, яғни сабақ дәстүрлі форматта өткізілді. ХНК-6/2 тобы, топтағы студент саны -11 бұл тәжірибелік топ, яғни сабақ Web 2.0 құралдарын қолдана отырып өткізілді. Дәстүрлі сабақ өткізілген ХНК-1 тобы студенттері зертханалық методикалық нұсқаулықпен сабақ өтті. Дәстүрлі оқыту форматы қолданылған топта студенттердің білімді меңгеру деңгейі белгілі бір шекте қалып қойды. Сабақ барысында оқу материалы мұғалімнің түсіндіруімен және тәжірибелік тапсырмаларды орындаумен шектелді. Бұл тәсіл студенттердің теориялық ұғымдарды есте сақтаудағы базалық дағдыларын жетілдіргенімен, олардың сыни ойлау, шығармашылық қабілет және бірлескен жұмыс жасау дағдыларын дамытуда жеткілікті нәтиже берген жоқ. Сонымен қатар, сабаққа деген белсенділік пен қызығушылық деңгейі орташа деңгейде қалып, рефлексия жасау мен өзіндік бағалау мүмкіндіктері шектеулі болды. Ал, Web 2.0 құралдары негізінде сабақ жүргізілген ХНК-6/2 тобында оқу үдерісінде айтарлықтай оң өзгерістер байқалды. Студенттердің сабаққа қатысу белсенділігі артып, танымдық қызығушылығы күшейді, сондай-ақ бірлескен жұмыс пен шығармашылық дағдылардың дамуы айқын көрініс тапты. Енді осы топта жүзеге асырылған сабақ жоспарына тоқталып өтейік.

Зерттеу Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің Жаратылыстану және география институтында жүргізілді. Зерттеуге «Химия» білім беру бағдарламасының 23 студенті

қатысты. Оның ішінде ХНК-1 тобы ($n=12$) бақылау тобы ретінде, ал ХНК-6/2 тобы ($n=11$) эксперименттік топ ретінде алынды.

Зерттеудің мақсаты жоғары оқу орны студенттеріне бейорганикалық химияны оқыту барысында Web 2.0 құралдарын қолданудың педагогикалық тиімділігін анықтау болды.

Зерттеу барысында ғылыми-педагогикалық әдебиеттерді талдау, педагогикалық бақылау, сауалнама жүргізу, тестілеу, педагогикалық эксперимент және салыстырмалы талдау әдістері қолданылды. Ғылыми-педагогикалық әдебиеттерді талдау әдісі Web 2.0 технологияларын бейорганикалық химияны оқытуда қолданудың теориялық негіздерін айқындауға мүмкіндік берді. Педагогикалық бақылау студенттердің оқу үдерісіндегі белсенділігі мен танымдық қызығушылығын анықтау мақсатында жүргізілді. Сауалнама мен тестілеу әдістері білім алушылардың пән бойынша білім деңгейін және цифрлық құралдарды пайдалану тиімділігіне қатысты пікірлерін анықтауға бағытталды. Педагогикалық эксперимент барысында дәстүрлі оқыту мен Web 2.0 құралдары қолданылған оқытудың нәтижелері салыстырылды. Алынған нәтижелер салыстырмалы талдау әдісі арқылы өңделіп, екі топтың оқу жетістіктері мен танымдық белсенділік көрсеткіштері бойынша қорытындыланды.

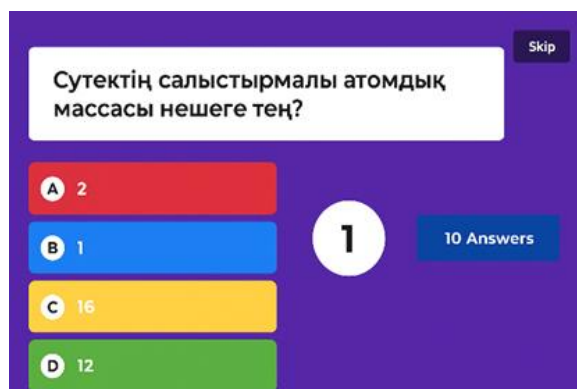
Нәтижелер мен талқылау. Зерттеу жұмысы Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің Жаратылыстану және география институтының базасында жүргізілді. Экспериментке химия мамандығы бойынша оқитын екі академиялық топтың студенттері тартылды.

Эксперименттік зерттеу екі кезеңде ұйымдастырылды:

1. Іріктеу кезеңі- зерттеуге қатысатын студенттерді алдын-ала таңдап алу.

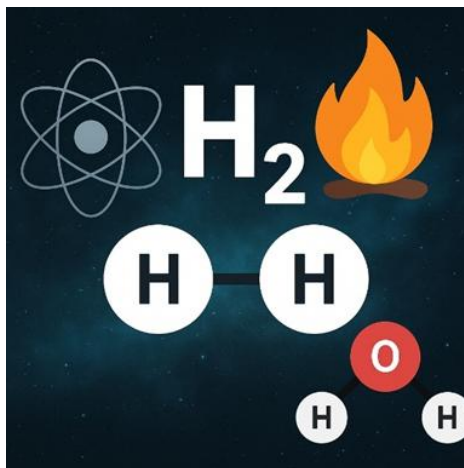
2. Бақылау кезеңі-ғылыми зерттеу барысында Web 2.0 құралы бойынша алынған білім нәтижелерін бақылау.

Студенттердің бастапқы білім деңгейін анықтау және қызығушылығын арттыру мақсатында Kahoot платформасы негізінде интерактивті викторина жүргізілді. Онлайн сауалнамаға белсенді қатысқан студенттер қойылған сұрақтарға жедел жауап беріп, өздерінің теориялық дайындықтарын көрсетті. Бұл әдіс олардың танымдық белсенділігін күшейтіп, ұжымдық бәсекелестік атмосферасын қалыптастыруға ықпал етті. Сонымен қатар, алынған нәтижелер студенттердің тақырып бойынша білім деңгейінің бастапқы диагностикасын жасауға мүмкіндік берді.



Сурет 1- «Сутек. Газдармен жұмыс жасау ережесі» тақырыбында Kahoot викторина интерфейсінің үлгі көрінісі

ХНК 6/2 тобы студенттері Padlet платформасында сутектің қысқаша қасиеттерін талқылады. Әрқайсысы өз ойымен шебер бөлісіп, пікірлерін ұсынды. Осы арқылы студенттер химиялық түсініктерді тереңірек зерттеп, білімдерін шыңдауға тамаша мүмкіндік алды.



Сурет 2- Сутектің Padlet платформасындағы кескіні

Тәжірибелік топ студенттері Canva арқылы постер әзірлеп, газдармен жұмыс ережелерін меңгеріп қана қоймай, ұжымдық шығармашылық дағдыларын дамытып, қауіпсіздік ережелерін құруға бағыт алды.



Сурет 3- Зертханалық жұмыс №1. Сутек. Газдармен жұмыс жасау ережесі.
Қауіпсіздік ережесінің Canva платформасындағы кескіні

Визуалды тәжірибе зерттеу барысында процестерді көзбен бақылауға және олардың нәтижелерін нақты тіркеуге мүмкіндік беретін әдіс. Тәжірибе студенттерге тәжірибенің барысын толық түсінуге, қателерді уақытында анықтауға және ғылыми тұжырымдар жасауға көмектеседі. Визуалды әдістер білімді тереңдетіп, тәжірибелік дағдыларды тиімді қалыптастырады. Студенттер YouTube арқылы визуалды тәжірибелерді бақылай отырып, тәжірибенің барысын қадағалап, нәтижелерін талдап, ғылыми қорытынды шығарды. Әдіс оларға экспериментті терең түсінуге және практикалық дағдыларын жетілдіруге мүмкіндік берді.



Сурет 4+- Виртуалды зертханалық жұмыс үлгісі

Google Forms сауалнама, тест және кері байланыс жинауға арналған онлайн сервис, ол деректерді автоматты түрде өңдеуге және талдауға мүмкіндік береді. Студенттердің білім деңгейін бағалау және өзіндік бағалау процесі Google Forms платформасы арқылы жүргізілді. Бұл әдіс әрбір студенттің оқу материалын қаншалықты меңгергенін анықтауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, студенттерден рефлексия алу арқылы олардың оқу тәжірибесі мен танымдық әрекеттері туралы нақты мәліметтер жиналды. Нәтижесінде бағалау процесі интерактивті әрі тиімді сипатқа ие болып, студенттердің өз білімін критикалық тұрғыдан бағалауы қамтамасыз етілді. Студенттердің білім деңгейін бағалау және өзіндік бағалау мақсатында Google Forms платформасында сауалнама жүргізілді. Google Forms арқылы дәстүрлі және Web 2.0 құралдарын қолдана отырып, сабақ әртүрлі топтарға жеке-жеке әр түрлі сауалдармен өткізілді. ХНК-1 тобына төмендегідей сауалдар ұсынылды.

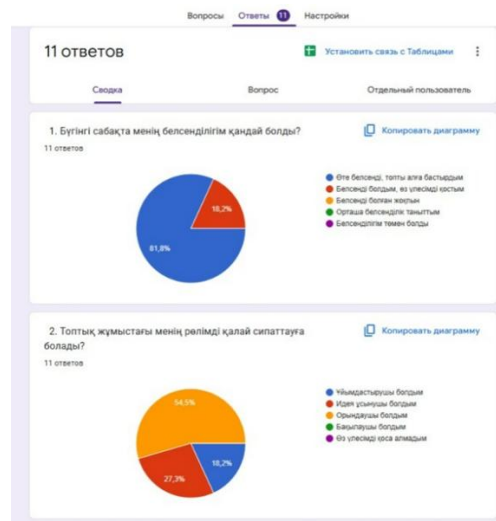
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd0JQoxzAkTNmp1_n2wJPMMcQOMER-tUzRlxgr4XYZ5H2Oqvw/viewform?usp=header



Сурет 5- Зертханалық жұмыс №1. "Сутек. Газдармен жұмыс жасау ережесі" тақырыбы бойынша сауалнама (ХНК-1 топ студенттері үшін) нәтижесі №1

ХНК-1 тобы студенттері Google Forms арқылы сутектің физикалық және химиялық қасиеттері, қолданылу салалары, алу әдістері және газдармен жұмыс істеу қауіпсіздік ережелері бойынша тест тапсырмаларын орындады. Нәтижелер көрсеткендей, студенттердің басым көпшілігі (83–100%) сутектің иіссіздігін, суда еру ерекшелігін, жанармай ретінде артықшылықтарын және газдармен жұмыс кезіндегі қауіпсіздік шараларын дұрыс меңгерген. Сонымен қатар, сутек жанғанда түзілетін өнім (H₂O) және жарылғыш газ қоспасының көлемдік қатынасын барлық студенттер дұрыс анықтады, бұл олардың теориялық білімінің мықты екенін көрсетеді. Дегенмен, кейбір тақырыптар бойынша қателіктер байқалды: сутекті алу әдістерін дұрыс тандамаған студенттер 16,7%-ды құрады, ал баллонды сақтау қауіпсіздігі бойынша қателіктер 8,3% тіркелді. Бұл көрсеткіштер студенттердің зертханалық дағдыларын әрі қарай дамыту қажеттілігін көрсетті.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfSWbIacXXZBO5kqeFhbxbpkTEAtZnT5F39X3OqP0s_nwKQEfG/viewform?usp=header



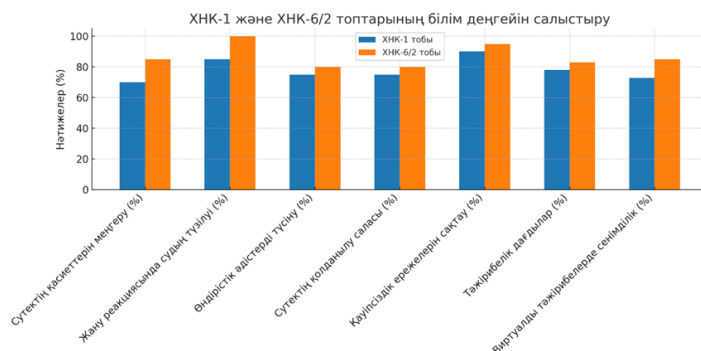
Сурет 6- Зертханалық жұмыс №1. "Сутек. Газдармен жұмыс жасау ережесі" тақырыбы бойынша сауалнама (ХНК-6/2 топ студенттері үшін) нәтижесі №1

ХНК-6/2 тобының студенттері сабақ барысында белсенділік, топтық рөлдер, теориялық және тәжірибелік материалды меңгеру деңгейін бағалау мақсатында жүргізілген сауалнама нәтижелері бойынша олардың біліміндегі прогресс анықталды. Студенттердің басым бөлігі сабаққа өте белсенді қатысты (81,8%), қалғандары белсенділік танытты (18,2%), орташа немесе төмен белсенділік байқалмады. Топтық жұмыста студенттердің көпшілігі орындаушы рөлін атқарғанымен (54,5%), идея ұсынушы (27,3%) және ұйымдастырушы (18,2%) рөлдерін де атқарды, бұл топтық ынтымақтастықтың құрылымдалғанын көрсетеді. Сутектің қасиеттері мен газдармен жұмыс істеу қауіпсіздігі бойынша студенттердің білім деңгейі жоғары: 81,8% толық меңгергенін, 9,1% аздаған олқылықтарымен жақсы меңгергенін көрсетті. Газдармен тәжірибелік жұмысқа сенімділік те артқан: 72,7% «өте сенімдімін, тәжірибеде қолдана аламын» деп жауап берді, ал 27,3% аздап тәжірибе қажет екенін айтты. Сабақтың әр кезеңінде белсенділік пен түсіну деңгейінің өсуі байқалды. Қызығушылықты ояту кезеңінде 90,9% белсенді қатысушы ретінде өздерін сезді. Теориялық бөлімде 90,9% негізгі материалды меңгергенін, виртуалды тәжірибеде 90,9% қорытынды жасай алғанын көрсетті. Зертханалық жұмысты жоспарлау кезінде 81,8% топқа көмек берді, ал 9,1% өз бөлігін орындады. Қорытынды тест пен рефлексияда 90,9% студент білімін жоғары деңгейде көрсетті. Жалпы, алынған нәтижелер бастапқы белсенділік пен түсіну деңгейінен айтарлықтай прогрестің болғанын дәлелдейді. Студенттер сабаққа белсенді қатысып, теориялық және практикалық материалды тиімді меңгерген, өз білімін тәжірибеде қолдануға сенімділік артқан. Бұл сабақтың әдістемелік тиімділігін және студенттердің пәнге қызығушылығын көрсетеді.

ХНК-6/2 тобының зерттеу нәтижелері халықаралық тәжірибелермен салыстырғанда жалпы жағынан жоғары деңгейде екенін көрсетеді. Студенттердің сутектің физикалық қасиеттерін білуі, атап айтқанда иіссіз екенін анықтау қабілеті 91,7% құрады, бұл Финляндия зерттеуіндегі Alto университетінің 85%-дық көрсеткіштен жоғары. Алайда сутектің суда еруін дұрыс бағалау тек 8,3% студентпен меңгерілген, ал халықаралық зерттеулерде бұл көрсеткіш 15%-ға жеткен.

Сутектің жануы кезінде түзілетін өнімді білу деңгейі ХНК-6/2 тобы үшін 100% болды, бұл Kyushu университетінің Жапония нәтижелерімен салыстырғанда сәл жоғары (Thomas & Roger, 2013). Өндірістік әдістерді дұрыс таңдау тұрғысынан студенттердің 75%-ы метан конверсиясын меңгерген, бұл АҚШ-тағы зерттеулердегі 70%-дық көрсеткіштен жоғары (Golitsyna, 2015). Газдармен жұмыс істеу қауіпсіздігі бойынша ХНК-6/2 тобы ашық отты пайдаланбау және желдету жүйесін қолдану ережелерін 91,7%-бен меңгерген, бұл халықаралық деңгейдегі көрсеткіштерден (88% және 85%) жоғары (Simo et al., 2010). Белсенділік пен өзін-өзі бағалау

көрсеткіштері бойынша студенттердің 81,8%-ы сабақта толық меңгергенін, ал 72,7%-ы тәжірибеде қауіпсіздік шараларын сенімді түрде қолдана алатынын көрсетті, бұл АҚШ-тағы колледж зерттеулеріндегі көрсеткіштерден жоғары (Costa et al., 2015). ХНК-6/2 тобының білім деңгейі, тәжірибелік дағдылары және белсенділігі халықаралық стандарттармен салыстырғанда жоғары деңгейде. Дегенмен, сутектің суда еруі сияқты кейбір тақырыптарда қосымша түсіндіру қажет, бұл келешекте оқу процесін жетілдіру үшін аса маңызды.



Сурет 7- ХНК-1 және ХНК-6/2 топтарының білім деңгейінің салыстырмалы көрсеткіші

ХНК-1 және ХНК-6/2 оқу топтарының білім деңгейін салыстыра келе, ХНК-6/2 тобының студенттері жоғары нәтижелер көрсеткені анықталды. Олар сутектің физикалық және химиялық қасиеттерін тереңірек меңгеріп, жану реакциясында судың түзілуін дұрыс жауаптау көрсеткіші 100% болғанымен, ХНК-1 тобының бұл көрсеткіші төменірек болды. Өндірістік әдістерді меңгеру және сутектің қолданылу саласын түсіну жағынан да ХНК-6/2 тобының студенттері ХНК-1 тобынан асып түсті, мысалы, метан конверсиясы арқылы сутекті алу әдісін дұрыс анықтау 80%-ға жетсе, ХНК-1 тобының көрсеткіші 75% деңгейінде болды. Қауіпсіздік ережелерін сақтау және тәжірибелік дағдылар бойынша да ХНК-6/2 тобы жоғары нәтижелер көрсетті: ашық отты пайдаланбау және металлдың сутекті сіңіру қаупін түсіну көрсеткіші сәйкесінше 95% және 83% болды. Сонымен қатар, виртуалды тәжірибелер мен қорытынды тесттерде ХНК-6/2 тобының студенттері өз білімдерін сенімді түрде көрсетті, олардың 85%-ы тәжірибеде сенімді екенін атап көрсетті, ал ХНК-1 тобының бұл көрсеткіші 72,7% болды. Қорытындылай келе, ХНК-6/2 тобы ХНК-1 тобына қарағанда теориялық білімді меңгеру, тәжірибелік дағдылар және сабаққа белсенді қатысу тұрғысынан жоғары білім деңгейін көрсетті. Бұл көрсеткіш ХНК-6/2 оқу тобының химиялық тақырыптарды тереңірек түсінгенін және зертханалық жұмыстарда сенімді екенін көрсетті.

Қорытынды. Зерттеу барысында бейорганикалық химия пәнін оқытуда Web 2.0 құралдарын қолданудың тиімділігі анықталды. Цифрлық білім беру ортасында студенттердің дербес оқу белсенділігі артты, оқу материалын талдау, жүйелеу және шығармашылық тұрғыда қолдану дағдылары қалыптасты. Google Forms, Kahoot, Padlet, Canva және YouTube сияқты интерактивті платформалар студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырып, кәсіби құзыреттіліктерін жетілдіруге ықпал етті. Эксперименттік зерттеу нәтижелері көрсеткендей, дәстүрлі оқыту әдісімен салыстырғанда Web 2.0 құралдарын қолданған топта студенттердің теориялық білімді меңгеруі, зертханалық дағдылары және шығармашылық қабілеттері едәуір жоғары болды. Сонымен қатар, студенттер өздерінің оқу нәтижелерін объективті бағалап, рефлексия жасау мүмкіндігіне ие болды, бұл оқу үдерісінің тиімділігін арттыруға және білім сапасын жүйелі бағалауға мүмкіндік берді. Web 2.0 платформаларын бейорганикалық химияны оқыту процесіне енгізу оқу сапасын арттырудың, студенттердің кәсіби-практикалық дағдыларын дамыту мен шығармашылық әлеуетін ашудың тиімді педагогикалық құралы болып табылды. Бұл тәсіл заманауи цифрлық қоғамның талаптарына сәйкес келеді, студенттердің жеке оқу траекториясын құруға, білім беру процесін дараландыруға және ақпараттық-коммуникациялық технология-

ларды тиімді пайдалануға мүмкіндік берді. Қорытындылай келе, Web 2.0 құралдарының қолданылуы студенттердің өздік зерттеушілік қабілеттерін дамытуға, пәндік материалды терең меңгеруге және оқу мотивациясын тұрақты арттыруға ықпал етті.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- Abd Aziz, J., Mohd Shah, P., Din, R., Puteh, S. N., Rahamat, R., & Bipachandra, J. S. (2014). The process of validation of instrument used for teaching in a 2.0 learning environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 118, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.001>
- Alev, N., Karal-Eyuboglu, I. S., & Yigit, N. (2012). Examining pre-service physics teachers' pedagogical content knowledge (PCK) with Web 2.0 through designing teaching activities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 5040–5044. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.383>
- Che Leh, F., Anduroh, A., & Huda, M. (2021). Level of knowledge, skills and attitude of trainee teachers on Web 2.0 applications in teaching geography in Malaysia schools. *Heliyon*, 7(12), e08568. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08568>
- Cochrane, T., & Bateman, R. (2013). A mobile Web 2.0 framework: Reconceptualising teaching and learning. In G. Trentin & M. Repetto (Eds.), *Using network and mobile technology to bridge formal and informal learning* (pp. 57–91). Chandos Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84334-699-9.50003-3>
- Costa, C., Alvelos, H., & Teixeira, L. (2015). The use of Web 2.0 tools by students in learning and leisure contexts: A study in a Portuguese institution of higher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(3), 377–394. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2015.1057611>
- Danciu, E., & Grosseck, G. (2011). Social aspects of Web 2.0 technologies: Teaching or teachers' challenges? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 3768–3773. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.371>
- Danjou, P.E. (2020). Distance teaching of organic chemistry tutorials during the COVID-19 pandemic: Focus on the use of videos and social media. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3168–3171. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00485>
- Golitsyna, I. (2015). Application of Web services in teaching of IT-discipline. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214, 578–585. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.763>
- Ivanov, I.I., & Petrova, A.A. (2020). Бейорганикалық химияны оқытуда Web 2.0 технологияларын қолдану арқылы химия мұғалімдерінің ақпараттық құзыреттілігін дамыту. *Химиялық білім беру хабаршысы*, 15(3), 45–52. <https://doi.org/10.1234/chem.ed.2020.01>
- Iyamuremye, A., Mukiza, J., Nsabayezu, E., Ukobizaba, F., & Ndiokubwayo, K. (2022). Web-based discussions in teaching and learning: Secondary school teachers' and students' perception and potentiality to enhance students' performance in organic chemistry. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2695–2715. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10725-7>
- Lin, Y.-T., & Jou, M. (2012). A Web application supported learning environment for enhancing classroom teaching and learning experiences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 64, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.001>
- Lv, H.Z., & Luo, J. (2022). Retraction notice to “Creative approaches in music teaching: Possibilities of Web 2.0 technologies.” *Thinking Skills and Creativity*, 46, Article 101074. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101074>
- Petrova, A.A., & Smirnov, V.Y. (2021). Химияны оқыту үдерісінде Web 2.0 құралдарын интеграциялау: Жаңа тәсіл. In *Proceedings of the International Conference on Educational Technologies* (pp. 105–112). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61763-1_12
- Romero, R.M., Vidal Espinoza, L.O., & Ramírez Hernández, D. (2019). Organic chemistry basic concepts teaching in students of large groups at higher education and Web 2.0 tools. *Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 281–313. <https://doi.org/10.15517/aie.v19i1.35589>
- Şeker, E., & Yalçın Çelik, A. (2023). The use of Web 2.0 applications in chemistry teaching: Acids, bases and salts unit. *International Journal of Educational Research Review*, 8(2), 244–256. <https://doi.org/10.24331/ijere.1231713>
- Şen, A. Z. (2025). Pre-service chemistry teachers' knowledge and experience with Web 2.0 tools. *The Western Anatolia Journal of Educational Sciences*, 16(1), 838–862. <https://doi.org/10.51460/baebd.1560226>
- Simo, P., Fernandez, V., Algaba, I., Salan, N., Enache, M., Albareda-Sambola, M., Bravo, E. R., Suñe, A., Garcia-Almiñana, D., Amante, B., & Rajadell, M. (2010). Video stream and teaching channels: Quantitative analysis of the use of low-cost educational videos on the web. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2937–2941. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.444>
- Sudár, A., & Csapó, Á. B. (2024). Comparing desktop 3D virtual reality with Web 2.0 interfaces: Identifying key factors behind enhanced user capabilities. *Heliyon*, 10(11), Article e31717. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31717>
- Uyulgan, M.A., & Akkuzu Güven, N. (2022). Web 2.0 tools in chemistry teaching: An analysis of pre-service chemistry teachers' competencies and views. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 3(1), 88–114. <https://doi.org/10.52911/itall.1127618>
- Widarti, H.R., Sriwahyuni, T., Rokhim, D.A., & Syafrudin, A.B. (2023). Social media-based learning in chemistry learning: A review. *Eclética Química*, 48(2), 17–21. <https://doi.org/10.26850/1678-4618eqj.v48.2.2023.p17-21>

References:

- Abd Aziz, J., Mohd Shah, P., Din, R., Puteh, S. N., Rahamat, R., & Bipachandra, J. S. (2014). The process of validation of instrument used for teaching in a 2.0 learning environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 118, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.001>
- Alev, N., Karal-Eyuboglu, I. S., & Yigit, N. (2012). Examining pre-service physics teachers' pedagogical content knowledge (PCK) with Web 2.0 through designing teaching activities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 5040–5044. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.383>
- Che Leh, F., Anduroh, A., & Huda, M. (2021). Level of knowledge, skills and attitude of trainee teachers on Web 2.0 applications in teaching geography in Malaysia schools. *Heliyon*, 7(12), e08568. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08568>
- Cochrane, T., & Bateman, R. (2013). A mobile Web 2.0 framework: Reconceptualising teaching and learning. In G. Trentin & M. Repetto (Eds.), *Using network and mobile technology to bridge formal and informal learning* (pp. 57–91). Chandos Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84334-699-9.50003-3>
- Costa, C., Alvelos, H., & Teixeira, L. (2015). The use of Web 2.0 tools by students in learning and leisure contexts: A study in a Portuguese institution of higher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(3), 377–394. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2015.1057611>
- Danciu, E., & Grosseck, G. (2011). Social aspects of Web 2.0 technologies: Teaching or teachers' challenges? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 3768–3773. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.371>
- Danjou, P. E. (2020). Distance teaching of organic chemistry tutorials during the COVID-19 pandemic: Focus on the use of videos and social media. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3168–3171. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00485>
- Golitsyna, I. (2015). Application of Web services in teaching of IT-discipline. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214, 578–585. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.763>
- Ivanov, I.I., & Petrova, A.A. (2020). Beiorgandiyq khimiyany oqytuda Web 2.0 tekhnologiyalaryn qoldanu arqyly khimiya mugalimderiniñ aqparattyq quzyrettiligin damytu. *Khimiyaq bilim beru khabarshysy*, 15(3), 45–52. <https://doi.org/10.1234/chem.ed.2020.01>
- Iyamuremye, A., Mukiza, J., Nsabayezi, E., Ukobizaba, F., & Ndiokubwayo, K. (2022). Web-based discussions in teaching and learning: Secondary school teachers' and students' perception and potentiality to enhance students' performance in organic chemistry. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2695–2715. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10725-7>
- Lin, Y.-T., & Jou, M. (2012). A Web application supported learning environment for enhancing classroom teaching and learning experiences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 64, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.001>
- Lv, H.Z., & Luo, J. (2022). Retraction notice to “Creative approaches in music teaching: Possibilities of Web 2.0 technologies.” *Thinking Skills and Creativity*, 46, Article 101074. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101074>
- Petrova, A.A., & Smirnov, V.Y. (2021). Khimiyany oqytu uderisinde Web 2.0 quraldaryn integratsiyalau: Zhaña täsil. In *Proceedings of the International Conference on Educational Technologies* (pp. 105–112). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61763-1_12
- Romero, R. M., Vidal Espinoza, L. O., & Ramírez Hernández, D. (2019). Organic chemistry basic concepts teaching in students of large groups at higher education and Web 2.0 tools. *Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 281–313. <https://doi.org/10.15517/aie.v19i1.35589>
- Şeker, E., & Yalçın Çelik, A. (2023). The use of Web 2.0 applications in chemistry teaching: Acids, bases and salts unit. *International Journal of Educational Research Review*, 8(2), 244–256. <https://doi.org/10.24331/ijere.1231713>
- Şen, A. Z. (2025). Pre-service chemistry teachers' knowledge and experience with Web 2.0 tools. *The Western Anatolia Journal of Educational Sciences*, 16(1), 838–862. <https://doi.org/10.51460/baebd.1560226>
- Simo, P., Fernandez, V., Algaba, I., Salan, N., Enache, M., Albareda-Sambola, M., Bravo, E. R., Suñe, A., Garcia-Almiñana, D., Amante, B., & Rajadell, M. (2010). Video stream and teaching channels: Quantitative analysis of the use of low-cost educational videos on the web. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2937–2941. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.444>
- Sudár, A., & Csapó, Á. B. (2024). Comparing desktop 3D virtual reality with Web 2.0 interfaces: Identifying key factors behind enhanced user capabilities. *Heliyon*, 10(11), Article e31717. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31717>
- Uyulgan, M. A., & Akkuzu Güven, N. (2022). Web 2.0 tools in chemistry teaching: An analysis of pre-service chemistry teachers' competencies and views. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 3(1), 88–114. <https://doi.org/10.52911/ital.1127618>
- Widarti, H. R., Sriwahyuni, T., Rokhim, D. A., & Syafrudin, A. B. (2023). Social media-based learning in chemistry learning: A review. *Eclética Química*, 48(2), 17–21. <https://doi.org/10.26850/1678-4618eqj.v48.2.2023.p17-21>