

Ж.Е.ҚОШҚАР^{1*}, Г.Л.ГАБДУЛЛИНА¹, В.Б.РЫСТЫГУЛОВА², Ж.М.БИТИБАЕВА²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті (Алматы қ., Қазақстан)

²Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық Университеті

(Алматы қ., Қазақстан) e-mail: zhans1905@mail.ru

ОРТА МЕКТЕПТЕ АТОМДЫҚ ЖӘНЕ КВАНТТЫҚ ФИЗИКА ТАРАУЫН ОҚЫТУДА СЫНИ ТҮРҒЫДА ОЙЛАУЫН ДАМЫТАТЫН ӘДІС-ТӘСІЛДЕР

Аңдатпа

Қазіргі уақытта жаңа цифрлық қоғам құру дәуіріне қадам басуымызға байланысты, компьютерлік жүйелер көп жағдайда адам қызметін жеңілдеткенімен, олардың алгоритмнен тыс ойлануына кері әсері байқалды. Ұсынылған мақалада ойдың икемділігі мен логикалық қабілеті бар, өзгерістерге тез бейімделене алатын, алдына қойған мақсатына жете білетін жеке тұлғаны тәрбиелеу мақсатында мұғалімдердің физика пәнін жүргізуде нәтижелі жұмыс жасауына ықпалын тигізетін жаңа түрлі әдіс-тәсілдер іріктеліп, оларды тиімді қолдану туралы жазылды. Тәжірибе жүзінде Қонаев қаласындағы орта мектеп-гимназияда 11-сынып оқушыларын «Атомдық және кванттық физика» тарауын оқытуда жеті түрлі: «Сұрақты тап», «Проблемалық сұрақтар қою», «Венн диаграммасы», «STEM», «Вербалды теннис», «Шығыс базары», «Бұл не?» (Ударник) әдістері қарастырылып, қолдану үдерісі сипатталды. Сабақ барысы сыни ойлауға бағытталып, әрбір оқушы өзінің жаңа идеясын жүйелендіріп, өз ойын толыққанды жеткізе алуына байланысты бағаланды. Қолдану нәтижесінде оқушылардың танымдық қызығушылығын дамытудың негізгі факторы олардың білімі мен дағдыларының дәрежесі ғана емес, сонымен бірге маңызды психикалық қызметтерін, ақыл-ой жұмысының тәсілдері қалыптастыруға мүмкіндік беретін оқу процесін жолға қоюдың маңызды шарты анықталды.

Түйін сөздер: «Сұрақты тап», «Проблемалық сұрақтар қою», «Венн диаграммасы», «STEM», «Вербалды теннис», «Шығыс базары», «Бұл не?» (Ударник) әдістері.

ZH.Y. KOSHKAR^{1*}, G.L. GABDULLINA¹, V.B. RYSTYGULOVA², ZH.M. BITIBAEVA²

¹Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

²Abai Kazakh National Pedagogical University (Almaty, Kazakhstan)

e-mail: zhans1905@mail.ru

METHODS AND TECHNIQUES FOR DEVELOPING CRITICAL THINKING WHEN STUDYING ATOMIC AND QUANTUM PHYSICS IN SECONDARY SCHOOL

Abstract

Due to the fact that we are now entering the era of creating a new digital society, although computer systems greatly facilitate human activities, their negative impact on algorithmic thinking has been noted. In the proposed article, new methods and techniques have been selected that contribute to the productive work of teachers in physics in order to educate a personality with flexible thinking and logical abilities, able to quickly adapt to changes and achieve their goals. In practice, when studying the section "Atomic and Quantum Physics" for 11th grade students in the secondary school-gymnasium of Konaev, the process of applying seven types of methods was considered and described: "Find a question", "Ask problematic questions", "Venn diagram", "STEM", "Verbal Tennis", "Oriental Bazaar", "What is it?" (Drummer). The course of the lesson was focused on critical thinking, was evaluated due to the fact that each student was able to systematize his new idea and fully express his thoughts. As a result of the application, an important condition for establishing the educational process has been established, which makes it possible to form not only the main factor in the development of the cognitive interest of students, the degree of their knowledge and skills, but also important mental functions, ways of mental work.

Keywords: methods "Find a question", "Ask problematic questions", "Venn diagram", "STEM", "Verbal tennis", "Oriental Bazaar", "What is it?" (Drummer).

Ж.Е. КОШКАР ^{1*}, Г.Л. ГАБДУЛЛИНА ¹
В.Б. РЫСТЫГУЛОВА ², Ж.М. БИТИБАЕВА ²

¹Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан)

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
(г. Алматы, Казахстан) e-mail: zhans1905@mail.ru

МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ, РАЗВИВАЮЩИЕ КРИТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛА АТОМНОЙ И КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Аннотация

В связи с тем, что в настоящее время мы вступаем в эпоху создания нового цифрового общества, хотя компьютерные системы во многом облегчают деятельность человека, было отмечено их негативное влияние на алгоритмическое мышление. В предлагаемой статье подобраны новые методы и приемы, способствующие продуктивной работе учителей по физике с целью воспитания личности, обладающей гибкостью мышления и логическими способностями, умеющей быстро адаптироваться к изменениям и достигать поставленных целей. На практике при изучении раздела «Атомная и квантовая физика» учащихся 11 классов в средней школе-гимназии г. Конаев рассмотрен и описан процесс применения семи видов методов: «Найди вопрос», «Задай проблемные вопросы», «Диаграмма Венна», «STEM», «Вербальный теннис», «Восточный базар», «Что это?» (Ударник). Ход урока был ориентирован на критическое мышление, оценивался в связи с тем, что каждый ученик смог систематизировать свою новую идею и полноценно выразить свои мысли. В результате применения установлено важное условие налаживания учебного процесса, позволяющее сформировать не только основной фактор развития познавательного интереса учащихся, степень их знаний и умений, но и важные психические функции, способы умственной работы.

Ключевые слова: методы «Найди вопрос», «Задай проблемные вопросы», «Диаграмма Венна», «STEM», «Вербальный теннис», «Восточный базар», «Что это?» (Ударник).

Кіріспе. Өскелең жас ұрпақты болашақ еліміздің тұтқасы етіп тәрбиелеу – әр ұстаздың, оқытушының, тәрбиешінің, қоғамның міндеті. Ұлттық қоғамды кемелдендіру үшін еліміздің болашағы жас ұрпақты оқыту барысында жаңа инновациялық технологияларды қолдана отырып, рухтық тәлім және білім негіздерімен қаруландырып, қалыптастыру керек. Мектеп қабырғасында оқушыны оқыту барысында шығармашылық қабілеті де оның ойлау мен практикалық әрекеттері арқылы ғана дамиды. Қай технологияны сабақ барысында пайдаланса да оқушыны ойлауға, үйретуге бағытталу керек. Ойлауға, өз пікірін еркін жеткізе алуға, оны дәлелдей алуына, айтылған пікірлерге сын көзбен қарап, дұрысын таңдауға үйретін технологиялардың бірі – сыни тұрғыдан ойлау технологиясы. Бұл технологияны сабақ барысында қолдану сынып ұжымы мен мұғалімге ерекше ахуал мен диалогтік

қарым-қатынас сыйлайды және оны пайдалану барысында мұғалім оқушыларға логикалық тапсырмалар, өз ойларын ортаға салатын арнайы қызықты тапсырмалар мен видеолар көрсетеді. Тек осындай оқыту ғана баланың интеллектісінің көзін ашып, шығармашылығын дамытады. Бұл педагогикалық тәжірибе Л.С.Выготскийдің, А.А.Ухтомскийдің, А.С.Макаренконың, И.П.Волковтың, Иванова И.П. шығармаларынан көрініс тапты.

Қазіргі таңда сын тұрғысынан ойлаудың әртүрлі анықтамалары бар. Джуди А.Браус, Дэвид Вуд сын тұрғысынан ойлаудың анықтамасын былай деп түсіндіреді: сын тұрғысынан ойлау – өз көзқарасын да, өзге адамның пікірін елей отырып, объективті түрде баға беру және неге сену, не істеу керектігін шешуге бағытталған интеллектуалды рефлексиялық ойлау [1]. Д.Халперн өзінің «Сын тұрғысынан ойлау психологиясы» атты еңбегінде: сын

тұрғысынан ойлау – қажетті нәтиже алу ықтималдығын арттыратын когнитивті дағдылар мен стратегияларды пайдалану. Сыни ойлау тепе-теңдік, мақсаттылық пен догикалық ойлауымен ерекшеленеді. Бұл – бағытталған ойлау» деп көрсетті [2].

Сыни тұрғыдан ойлау – бұл:

- дәлелсіз ақпаратты қабылдамау;
- Талдау;
- Дұрыс сұрақтар қою;
- Шешім қабылдау.

Сонымен сыни ойлау – қазіргі адамның жетістігінің кілті.

Әдістер мен нәтижелері. Сыни тұрғыдан ойлау технологиясы мен оқытудағы проблеманы шешу арасында байланыс бар екені және осы технология оқытудағы проблеманы шешу дағдыларын жетілдіретіні анықталды. Зерттеудің нәтижелері оқу бағдарламасында осы технологияны қолданудың басымдылығы және сыни ойлау дағдыларын жоғары деңгейге көтеретін әдістерін зерттеу керектігін көрсетеді [3,4].

Сыни тұрғыдан ойлау технологиясын қолдану барысында мұғалім сабақты

үш кезеңге бөліп қарастырады. Олар: шақыру, іске асыру, рефлексия, яғни бұл үш кезеңнен тұратын модульдік сабақта шақыру кезеңінде қызығушылықты оятып, іске асыру кезеңінде мағынаны ашып, рефлексия кезеңінде сананың өзіне, өзінің психикалық күйіне назар аудартылады. Бірінші кезекте әрбір кезеңдерде өтетін тақырып, сәйкесінші әдіс-тәсілдер тандап алынады. Осы тәжірибелік сабақтар Алматы облысы, Қонаев қаласындағы «Орта мектеп-гимназия» МКМ-сінде 11-сынып оқушыларында «Атомдық және кванттық физика» тарауын оқыту барысында өткізілді.

1. «Сұрақты тап» әдісі. Бұл әдісті §8.4. Инфрақызыл және ультракүлгін сәуле шығару тақырыбын өту барысында пайдалануға болады. Мұғалім оқушыларға (сурет-1) бірнеше сұрақтардың жауаптары ұсынылған кесте береді. Олар кестедегі жауаптарды оқи отырып, оларға сұрақ қоя бастайды. Ал сапалы сұрақ қоюдың өзі ойлануға, жауапқа сын көзбен қарауға үйретеді.



Сурет 1 – «Сұрақты тап» әдісі

2. «Проблемалық сұрақтар қою» әдісі. Жаңа материалды баяндау барысында оқушыларға тақырыпты теңірек түсінуі үшін осы әдіс арқылы жүзеге асыруға болады. Олар өз тәжірибесі мен дағдыларына

сүйене отырып, сұрақтардың жауабын табу керек. Мысалы «Жылулық сәуле шығару» тақырыбын оқыту кезінде төмендегідей сурет-2 көрсете отырып, бірнеше сұрақтар қоюға болады [5].



Сурет 2 – Таға

1. Тағадағы ең жоғары және ең төменгі температура қай нүктеде бейнеленген?

2. Қай түстің толқын ұзындығы үлкен: қызыл түсте немесе сарыда?

3. Қыздырылған дененің сәулелену толқын ұзындығы температураға қалай тәуелді?

4. Қыздырылған дененің жарқырай бастайтынын қалай түсіндіруге болады?

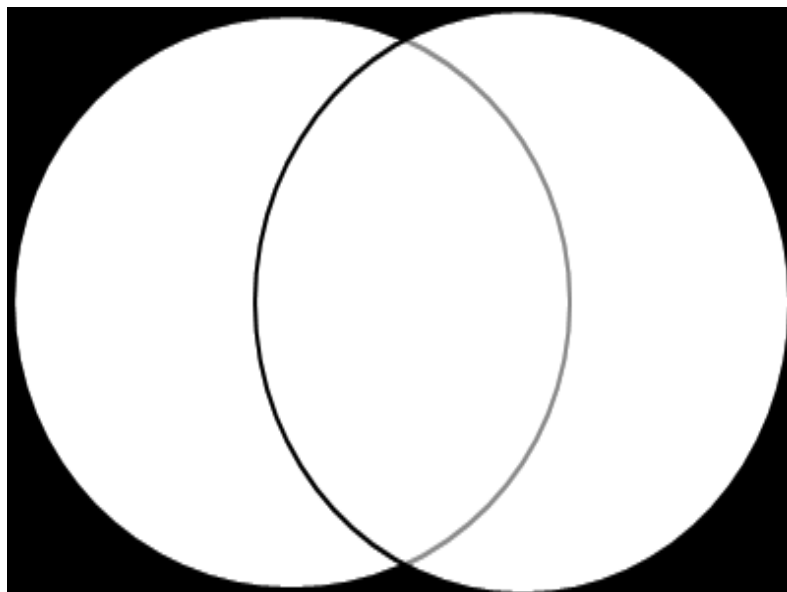
5. Стефан-Болцман заңы арқылы абсолюттік қара дененің жарқырауын қалай түсіндіреміз?

Оқушылар суретке (2 сурет – Таға) назар аудару арқылы қызған дене мен салқын дененің сәуле шығару айырмашылығын байқайды, әртүрлі температуралық жағдайдағы сәулеленудің ұзындығы мен жиілігінің диапазон аралығын анықтайды (мысалы: қызыл түсті сәуле қандай диапазон, сары түсті қандай диапазон), дененің абсолютті жарқырауы температураға тәуелді екенін біледі. Осындай сұрақтар қою арқылы Блум таксономиясы бойынша білу сатысынан қолдану сатысына дейінгі іс-әрекет орындалады.

Қорытындылай келе, «Проблемалық сұрақтар қою» әдісі оқушыға жаңа білім мен дағдыларды ізденуге итермелейді.

Іздену – сыни ойлауды дамытудың маңызды шарттарының бірі.

3. «Венн диаграммасы» әдісі. Бұл – оқушылардың анализ, синтез, бағалау сияқты жоғары деңгейдегі ойлау қызметіндегі салыстыра білу қабілетін дамытуда қолданылатын әдіс. Венн диаграммасы – бұл ерекше геометриялық схема, қажет іздеу және көбірек көрнекі көрсету үшін ұғымдар мен құбылыстар арасындағы логикалық байланыстар, сондай-ақ қатынастарды бейнелеу үшін белгілі бір жиын мен оның бөлігі арасында. Көрнекілігінің арқасында олар кез келген пайымдауды айтарлықтай жеңілдетеді және жауаптарды тезірек табуға көмектеседі [6]. Осы әдісті оқушылардың қызығушылығын ояту немесе бекіту кезеңінде пайдалануға болады және қолдану барысында оқушылар бір-бірімен топтасып, көмектесетіндей жағдай жасау керек. Сонда сабақ барысында тек қана білім беру қызметін емес, тәрбиелеу қызметінде атқарады. Оқушылар бұл кезеңдерде мәтінді егжей-тегжейлі оқып, талдап, сол мәтіндегі мәліметтерді салыстыра отырып, айырмашылықтары мен ұқсас жақтары тауып, саралайды.



Сурет 3 – Венн диаграммасы

Венн диаграммасын теориялық сабақтарға қолдану келесідей қорытынды жасауға мүмкіндік береді [7,8]:

- Әртүрлі фактілерді салыстыру қабілеті артады;
- Тақырыпты құрамдас бөліктерге бөлу мүмкіндігі;
- Қарастырып отырған мәліметтердің жеке және жалпы белгілерін таба білу;
- Тұтас объектіні құрамдас бөліктерге бөлу;
- Оқушылардың білім сапасын арттыру.

Сабақты «Венн диаграммасы» әдісімен қорытындылауда оқушының сын тұрғысынан ойлау дағдысы мен жазылым дағдысы қалыптасады.

4. STEM технологиясы. Бұл ғылым, технология, инженерия, математика (STEM) – ғылым мен технологияны дамытудағы бәсекеге қабілеттілікті арттыру үшін мектептерде білім беру әдіснамасын анықтау және оқу жоспарын таңдауда жиі қолданылатын термин.

STEM – бұл бірнеше пәндердің қосындысына негізделген қалыптасқан тәсіл, атап айтқанда, ғылым, технология, инженерия және математика. Оқыту процесіндегі ынтымақтастық, STEM мүмкін студенттерге туындаған мәселелерді жи-науға, талдауға және шешуге көмектесу және түсіну мәселе

мен басқа мәселелер арасындағы байланыс [9,10,11].

Бүгінгі таңда STEM білім беру барысында күрделілігімен, жан-жақтылығымен, теорияны практикалық маңыздылығымен ерекшелетін аз уақыт ішінде дамыған әдіс. А.О.Репин заманауи білім берудегі STEM модульдері мен бағдарламаларын құруға келесідей тәсілдерді анықтады [12,13]:

1. STEM жаратылыстану бағыты бойынша оқу тәжірибесін кеңейту арқылы проблемалық-бағдарланған оқу әрекеті идеясына негізделген.

2. STEM белгілі бір пәндердің мазмұнын біріктіруде көздейді.

3. STEM оқыту әдістемесіне жаңашылдық енгізуді ұсынды.

4. STEM оқытудың интеграциялығында жатыр, өйткені ол өндірістік ортада орын алады және бұл техникалық жобалау әдісі болып табылады.

Сабақта STEM технологиясын Рентгендік сәулелену тақырыбында қолдану әлдеқайда тиімді. Себебі бұл технологияның әрбір элементі мен қолдану кезіндегі әдістері (рөлдік ойын, таңдап алу әдісі) оқушыны сыни ойлауға үйретеді. Сабақтың басында мұғалім бейнеролик көрсету кезінде «Стоп» әдісін қолдану арқылы балаларға жаңа тақырыптың мазмұнын бірлесе отырып

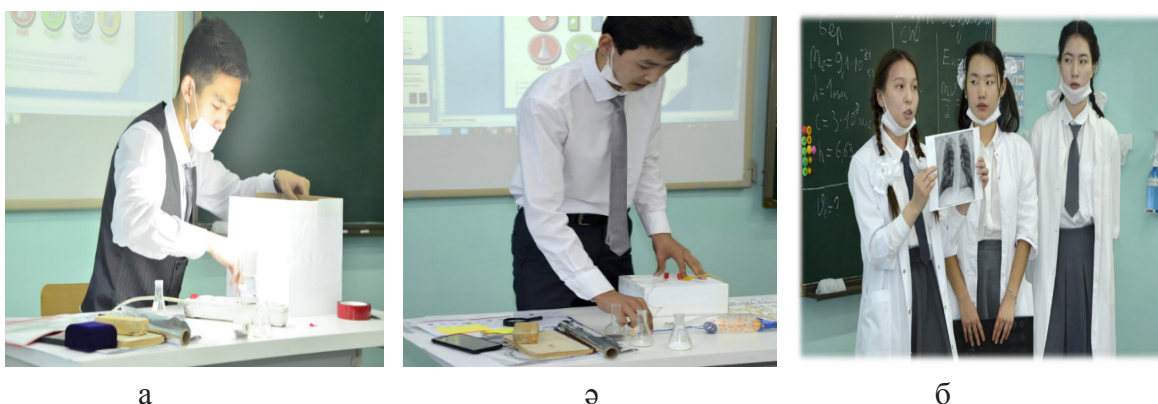
ашады және ұжымдық талқыға салып, негізгі сұрақтардың жауабын табуда ой бөліседі. Келесі кезекте оқушыларды 3-топқа біріктіріп, STEM (Робототехника, Биология, Физика) арқылы мұғалім оқушыларға төмендегідей тапсырма береді:

1-топ: Рентген сәулелерінің ашылу тарихын көрсету (сурет 4а)

2-топ: Рентген сәулелерінің құрылысы, қасиеті (сурет 4ә)

3-топ: Рентген сәулелерінің медицинада қолданылуын ашып көрсету (сурет 4б)

Оларға қажетті ресурстарды ұсынады: макетке қажетті химиялық элементтер, картон, лампа, тоқ көзі, экран, катод, анод, жалғағыш сымдар, қиындылар, шыны түтік, рентгенография, флюорография кескіндеме суреттері, гаджет, үлестірмелі қағаздар. Бұл ресурстарды қолдана отырып, берілген уақытта оқушылар тапсырманы орындау керек. Бұл кезде оқушылар ашылу тарихын, медицинада қолдануын қалай көрсетуін ойластырып, шығармашылық жұмыс жасайды.



Сурет 4 – STEM технологиясы

STEM технологиясын қолдану сыни тұрғыдан ойлауды дамытып қана қоймай, сабақтың сапасын арттырады:

- әр аспектіні бірден біріктіре білу. Төрт аспектіні қамтитын оқу процесі қалыптасады;

- оқытылатын пән бойынша білімін мейлінше жетілдіреді. Физиканы оқытуда STEM көмектеседі;

- оқушыларға технологияны қолдану және ғылым заңын немесе тұжырымдамасын дәлелдей алатын эксперимент құрастыру;

- Бұл тұжырым математикалық басқарылатын деректермен расталады [14,15,16].

Мұғалім бұл технологияны қолдану кезінде оқушыларға білімі мен дағдыларының дәрежесі ғана емес, сонымен бірге маңызды психикалық қызметтерін, ақыл-ой жұмысының тәсілдері қалыптастыруға мүмкіндік беретіндей тапсырмалар береді және бірнеше пәнді кіріктіру нәтижесінде шығармашылық жұмыс жасайтындай жағдай жасап береді. Шығармашылық жұмыс жасау

дегеніміз – жаңа проблемаларды анық қоюда, айрықша жылдам шешуде маңызды, ерекше стандартты емес ойлаудың жасампаздықпен жарқ етуі [17,18,19].

5. «Шығыс базары» әдісі. (Восточный рынок) Бұл жерде оқушылар сатушы және сатып алушы болып бөлінеді. Сатушылар параққа сұрақ жазып, сол сұрақты қою арқылы сатады, ал сатып алушы жауап беру арқылы сол сұрақ жазылған парақты сатып алады. Кім қанша сұраққа жауап берді, сол бойынша бағаланады. Ал сатушылар сұрақтың сапалы болуына байланысты бағаланады. Бұл әдісті көбіне теориялық сабақтарда (мысалы: §8.1. Сәуле шығару түрлері, §8.2. Спектрлер. Спектрлік аппараттар, §8.10. Жарықтың химиялық әсері, §8.12. Жарықтың корпускалалық-толқындық табиғатының біртұтастығыны, §8.13. Атом моделі. Резерфорд тәжірибесі) қолдану тиімді.

6. «Вербалды теннис» әдісі. Бұл ойынның ойналатынын сабақтың басында айтылу

керек. Сабақ соңында мұғалім оқушыларды жұппен отырғызады, дайындыққа 3-5 минут беріледі. Оқушылар бүгінгі өтілген ресурстар бойынша бір-біріне кезектесіп сұрақтар қояды. Жауап бере алу теннис

добын қайтару, ал жауап бере алмау ұпай жіберіп алу болып саналады. Осындай әдіс – жұптық жұмыс жасатуға қолайлы, сонымен қатар бұл әдіс үй тапсырмасын сұрау және бекіту кезеңінде қолданылады.



Сурет 5 – Вербалды теннис

7. «Бұл не?» (Ударник) әдісі. Бұл әдісте оқушыларды бірнеше топқа бөліп ұйымдастыруға болады. Әрқайсысына немесе топтағы бір оқушыға басына сөз жазылған парақты жабыстырып немесе кигізіп ойын ретінде ойнатуға болады. Бұл әдістің ерекшелігі оқушыны сұрақ қоюға үйрету. Тақырыптың ашу, бекіту кезеңдерінде қолдануға тапсырмас әдіс.

Қорытынды. Физика пәніндегі «Атомдық және кванттық физика» тарауын 11-сынып оқушыларын оқытуда «Сұрақты тап», «Проблемалық сұрақтар қою», «Венн диаграммасы», «STEM», «Вербалды теннис», «Шығыс базары», «Бұл не?» (Ударник) әдістері қолданылды. Бұл әдістер сабақтың тақырыбына, кезеңдеріне сәйкес әрі нәтижелі жұмыс жасауына ықпалын тигізеді. Қолдану нәтижесінде оқушылардың пәнге деген

қызығушылығын арттырып қана қоймай, жаңа сұрақтар қою, ақпаратты логикалық тұрғыдан талдау, тәуелсіз шешім қабылдау, негізделген бағалау жасау, алынған нәтижелерді стандартты және стандартты емес жағдайларға қолдану, талқыланатын мәселелер кезінде өз пікірін, өз ұстанымын білдіру және негіздеу сияқты сыни ойлау дағдылары қалыптастырады.

Қорытындылай келе, еліміздің болашағы жас ұрпақты оқыту барысында жаңа инновациялық технологияларды, оның ішінде сыни тұрғыда ойлау технологиясын қолдана отырып, оқушылардың танымдық қызығушылығын дамытудың негізгі факторы білімі мен дағдыларының дәрежесін ғана емес, логикалық ойлауын, шығармашылық жұмыс жасай алуына дағдыландыру қажет.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

[1] Загашев И. О., Заир-Бек С. И. Критическое мышление: технология развития. – СПб.: Издательство «Альянс Дельта», 2003. – 284 с.

[2] Халперн Д. Психология критического мышления, – СПб.: Изд-во «Питер».2000.

[3] Калогеропулос, П., Руссо, Дж. А., Салливан, П., Клугер, М., и ГАННИНГЕМ, С. (2020). «Повторное предоставление прав математически отчужденным учащимся: восприятие учителем и наставником программы «Подготовка к математике» (GRIN)». Международный электронный журнал математического образования, 15 (1)

[4] Сағат Е. Жаңартылған білім мазмұнындағы ақпараттық технологияларды қолданудың маңызы. «Қазіргі заманғы білім беру сапасының мәселелері және рухани жаңғыру – болашаққа бағдарлау» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. №4/3, 2020. 39 бет.

- [5] Физика. Жалпы білім беретін мектептің жаратылыстану-математика бағытындағы 11-сыныпқа арналған оқулық. Екі бөлімді. 2-бөлім. С.Т.Тұяқбаев. – Алматы: Мектеп, 2019. – 203 б.
- [6] Эйлер, Л. Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума, либо минимума или решение изопериметрической задачи, взятой в самом широком смысле Л. Эйлер. – Москва; Ленинград : Гостехиздат, 1934. – 600 с.
- [7] Giuseppe Carleo, Ignacio Cirac, Kyle Cranmer, Laurent Daudet, Maria Schuld, Naftali Tishby, Leslie Vogt-Maranto, and Lenka Zdeborová // *Rev. Mod. Phys.* 91, 045002 (2019). <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.91.045002>
- [8] Ж.М.Битибаева, Д.М.Насирова, В.Б.Рыстыгулова, М.М.Мырзатай Исследовательские умения будущего учителя физики как компонент его профессиональной деятельности в условиях смешанного (оффлайн и онлайн) обучения. // *Вестник КазНПУ им.Абая, Серия Педагогика и психология №1 (50), 2022. С. 204-215.*
- [9] Handayani F 2014 Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Materi Hidrolisis Garam. Skripsi: Univeristas Syiah Kuala
- [10] Nesa W, Hartono Y, Hiltrimartin C 2017 Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak Pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Problem-Based Learning Di Kelas X *Jurnal Elemen* 3(1) 1-14
- [11] Verma A 2011 Engaging Students in STEM Careers with Project-Based Learning—MarineTech Project. *Technology and Engineering Teacher* 303
- [12] Iacopo Carusotto and Cristiano Ciuti Quantum Fluids of Light // *Rev. Mod. Phys.* 85, 299 (2013). <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.85.299>
- [13] Carola Engler, Romy Kandzia, Sylvestre Marillonne. A One Pot, One Step, Precision Cloning Method with High Throughput Capability // *Plos one*, 2008. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003647>
- [14] И.Б.Усембаева, Ш.Ж.Раманкулов, Ж.М.Битибаева, М.С.Молдабекова, А.Паттаев, С. Полатұлы. Физиканы оқытудың қолданбалы бағытын дамыту үшін steam технологиясын қолдану // *Вестник КазНПУ им. Абая, Серия ИКТ №4 (53), 2022. С.123-215.* <https://doi.org/10.51889/6602.2022.72.66.032>
- [15] Насирова Д.М. Хамраев Ш.И. Рыстыгулова В.Б. Мырзатай М.М. Формирование исследовательских навыков у студентов-физиков посредством выполнения научно-исследовательской работы на устройстве «СММ-2000» // *Вестник науки и образования. Научно-методический журнал. № 8 (111). Часть 1. Апрель, 2021. Российский импакт-фактор: 3,58. С.6-11*
- [16] Permanasari A 2016 STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains, Seminar Nasional Pendidikan Sains (Surakarta, 22 Oktober 2016) pp 23-34
- [17] Тасова А. Б. Болашақ бастауыш сынып мұғалімдерінің коммуникативтік креативтілігін қалыптастыру. Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация. 6D010300/ Алматы. 2018. – 29 бет.
- [18] Кургасбекова Э. Д. Компьютерлік технологияларды физика сабақтарында қолданудың маңыздылығы. «Қазіргі заманғы білім беру сапасының мәселелері және рухани жаңғыру – болашаққа бағдарлау» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары. №4/3, 2020. 35-36-бет.
- [19] Sholpan Zhussipbekova, Gulshakhan Alimbekova, Venera Rystygulova, Kunsulu Shadinova, Adilbekova Aliya // *Methodology of teaching the fundamentals of electrical engineering and electronics for the pharmaceutical production technology specialty // Computer Applications in Engineering Education.* First published: 27 January 2023. 9 стр. <https://doi.org/10.1002/cae.22599>

References:

- [1] Zagashev I. O., Zair-Bek S. Ya. *Critical thinking: development of technologies.* - St. Petersburg: Alliance Delta Publishing House, 2003. - 284 p.
- [2] Halpern D. *Psychology of critical thinking,* - St. Petersburg: Publishing House «Peter», 2000.
- [3] Kalogeropoulos, PKALOGEROPULOS, P., RUSSO, J. A., SULLIVAN P., KLUGER, M., and

HUNNINGHAM, S. (2020). "Restoring Rights to Mathematically Alienated Students: Perspectives from Pre-Mathematics (GREEN) Teachers and Mentors". *International Electronic Journal of Mathematical Education*, 15(1)

[4] Sagat Y. The importance of using information technology in updated educational content. Materials of the international scientific-practical conference "Problems of the quality of modern education and spiritual renewal - orientation to the future". No. 4/3, 2020. P. 39.

[5] Physics. Textbook for grade 11 in the natural and mathematical direction of a comprehensive school. Two parts. Part 2 / S. T. Tuyakbaev. - Almaty: School, 2019. - 203 p.

[6] Euler, L. A method for finding curved lines with the properties of a maximum or minimum, or the solution of an isoperimetric problem taken in the broadest sense // L. Euler. - Moscow; Leningrad: Gostekhizdat, 1934. - 600 p.

[7] Giuseppe Carleo, Ignacio Cirac, Kyle Cranmer, Laurent Daudet, Maria Schuld, Naftali Tishby, Leslie Vogt-Maranto, and Lenka Zdeborova. Machine learning and the physical sciences // *Rev. Mod. Phys.* 91, 045002, 2019. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.91.045002>

[8] Zh.M. // *Bulletin of KazNPU named after Abai, Series Pedagogy and Psychology* No. 1 (50) -2022. pp. 204-215.

[9] Handayani F 2014 Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Materi Hidrolisis Garam. Skripsi: Univeristas Syiah Kuala

[10] Nesa W, Hartono Y, Hiltrimartin C 2017 Pengembangan Buku Siswa Materi Jarak Pada Ruang Dimensi Tiga Berbasis Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Problem-Based Learning Di Kelas X *Jurnal Elemen* 3(1) 1-14

[11] Verma A 2011 Engaging in STEM Careers with Project-Based Learning—MarineTech Project. *Technology and Engineering Teacher* 303

[12] Iacopo Carusotto and Cristiano Ciuti Quantum FluidsofLight // *Rev.Mod.Phys.* 85,299(2013). <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.85.299>

[13] Carola Engler, Romy Kandzia, Sylvestre Marillonne. A One Pot, One Step, Precision Cloning Method with High Throughput Capability // *Plos one*, 2008. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003647>

[14] I. B. Usembaeva, Sh. Zh. Ramankulov, Zh., *IKT Series* No. 4 (53) -2022. pp. 123-215. <https://doi.org/10.51889/6602.2022.72.66.032>

[15] Nasirova D.M. Khamraev Sh.I. Rystygulova V.B. Myrzatai M.M. Formation of research skills among students of physics through the implementation of research work on the device "SMM-2000" // *Vestnik nauki i obrazovaniya. Scientific and methodical journal*. No. 8 (111). Part 1. April, 2021. Russian impact factor: 3.58. S.6-11

[16] Permanasari A 2016 STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains, Seminar Nasional Pendidikan Sains (Surakarta, 22 Oktober 2016) pp 23-34

[17] Tasova A. B. Bolashak bastauysh son of mұғalimderinin communicativtik kreativiligin kalyptastyru. Philosophy Doctors (PhD) dārezhesin alu yshin dayyndalghan dissertation. 6D010300/ Almaty. 2018. - 29 bet.

[18] Kurgasbekova E. D. Computer technology of the physicist sabaktarynda koldanudyn manyzdylygy. "Kazirgi zamangy bilim beru sapasynyn maseleleleri zhane ruhani zhangyru - bolashakka bagdarlau" atty halykaralik gylymi-practical conference of synnyn materials. №4/3, 2020. 35-36-bet.

[19] Sholpan Zhussipbekova, Gulshakhan Alimbekova, Venera Rystygulova, Kunsulu Shadinova, Adilbekova Aliya // *Methodology of teaching the fundamentals of electrical engineering and electronics for the pharmaceutical production technology specialty // Computer Applications in Engineering Education*. First published: 27 January 2023. 9 pp. <https://doi.org/10.1002/cae.22599>