

УДК 16:159.955-372.853

DOI <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2020.73-1.27>

А. М. Сільвейстр

доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії
Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

М. О. Моклюк

кандидат педагогічних наук,
старший викладач кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії
Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського

РОЗВИТОК ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ В УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

У статті розглянуто розвиток логічного мислення в учнів основної школи на уроках фізики. Зазначено, що проблема формування та розвитку логічного мислення серед учнів основної школи широко представлена з точки зору педагогічної психології та методології базової освіти у загальних дослідженнях. З'ясовано поняття «мислення», «логічне мислення» та їх структуру і розвиток у психолого-педагогічній, методичній літературі й інтернет-ресурсах.

Визначено, що для розвитку логічного мислення учнів основної школи необхідно вдосконалювати шляхи його розвитку. З'ясовано, що робота з розвитку логічного мислення учнів повинна носити системний характер, причому на всіх етапах навчання. Саме системний підхід, на нашу думку, зумовлює розвиток логічного мислення в учнів. Як показує практика і численні експерименти, тільки за організації систематичного педагогічного впливу на розвиток логічного мислення формуються і розвиваються відповідні інтелектуальні операції. З'ясовано, що під час вивчення фізики формується і розвивається логічне мислення учня, а також його складники: гнучкість, конструктивність, критичність.

Виявлено, що розвиток логічного стилю мислення учнів основної школи у процесі навчання фізики ефективно відбувається, якщо розвивати рефлексивні вміння учнів завдяки використанню методологічних підходів до організації освітнього процесу та створити систему завдань, яка буде сприяти розвитку розумової діяльності учнів, що реалізується на основі традиційних і комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання.

Встановлено, що вдало підібрана система завдань, яка характеризує практичне застосування знань і можливість їх використання в житті, стає спонукальною для розвитку логічного мислення учнів основної школи. Система завдань, яка пропонується, повинна відповідати віковим особливостям учнів, фактичному рівню сформованості логічного мислення, змісту досліджуваного матеріалу, принципу системності і зростання рівня складності навчального матеріалу з курсу фізики основної школи. Як показує досвід, найбільш ефективно можна вибудувати роботу з розвитку логічного мислення учнів у процесі послідовного вивчення курсу фізики. Такий підхід дає учням змогу для реалізації фізичних знань як методу їх пізнання та навчання з розвитку логічного мислення.

Ключові слова: мислення, логічне мислення, розвиток логічного мислення, основна школа, учні, уроки, навчання фізики.

Постановка проблеми. Важливим складником формування мислення учнів є розвиток їх логічного мислення. Здатність логічно мислити формується у людини безперервно. Щоб уникнути виникнення і становлення неправильних логічних структур, а також для того, щоб прискорити процес розвитку логічного мислення учнів, необхідно встановити шляхи розвитку логічного мислення. Серед шляхів розвитку логічного мислення учнів можна виділити такі: узагальнення навчального матеріалу, розв'язування логічних і якісних задач, проведення навчального експерименту, виконання завдань з логічним навантаженням на основі використання мультимедійних технологій тощо.

Основна особливість шляхів розвитку логічного мислення – це розуміння учнем змісту і значення матеріалу, який він вивчає. Такий підхід успішно можна реалізувати у процесі навчання не тільки математики, але й фізики. Роль фізики, як і математики, в розвитку логічного мислення винятково велика. Отже, розвиток логічного мислення в учнів основної школи – одне з ключових завдань, яке повинні вирішувати педагоги на уроках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз проблеми освітньої діяльності учнів основної школи дозволив встановити, що не тільки позитивна мотивація допомагає розвивати їх здібності та нахили, здобувати й нагромаджувати знання, аналізувати та застосовувати їх на

практиці, цій підготовці також сприяє розвиток логічного мислення. Проблема розвитку мислення досліджувалася у філософії (Г. Гегель, В. Готт, І. Кант, В. Степанов та інші); у психології (Б. Ананьєв, Г. Берулава, Д. Богоявленський, П. Гальперін, В. Давидов, Г. Костюк, С. Рубінштейн, Н. Тализіна, Л. Фрідман); у педагогії (В. Беспалько, В. Вергасов, А. Есаулов, Н. Зверева, Л. Зоріна, І. Лернер, М. Махмутов, Н. Менчинська, Г. Щукіна); у методиці навчання фізики (С. Гончаренко, С. Каменецький, В. Мултановський, Н. Пурешова, А. Усова, В. Шарко).

Проблеми логічного мислення обговорювалися у роботах Г. Бєвза, П. Блонського, С. Виготського, В. Гусєвої, П. Зінченка, Н. Лосєвої, Д. Пойя, Д. Терменжи та інших; розвиток логічного мислення під час навчання фізики розглянуто у роботах П. Атаманчука, О. Бугайова, С. Гончаренка, В. Ільченко, Г. Касьянової, Є. Коршака, О. Ляшенка, В. Мултановського, В. Разумовського, А. Павленка, М. Садового, В. Шарко.

Згідно із сучасними поглядами науковців щодо проблеми розвитку мислення в учнів основної школи, то більшість авторів праць у своїх підходах розглядають різні види мислення, але усі вони спрямовані на характерну рису розумової діяльності учнів, яка виступає необхідною умовою набуття досвіду та прийняття адекватних рішень в освітній і практичній діяльності. Навчання фізики учнів основної школи передбачає оволодіння в такій мірі навчальним матеріалом, щоб вони могли активно застосовувати його під час вивчення фізики у старшій школі. Для успішного розв'язання цих завдань необхідна система розвитку логічного мислення учнів, яка охоплювала б усі сторони освітнього процесу.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є розвиток логічного мислення в учнів основної школи на уроках фізики.

Виклад основного матеріалу. Як показує практика, не всі учні основної школи орієн-

туються, про що йдеться на уроках. Деякі учні намагаються завчати напам'ять матеріал і не помічають, коли під час його відтворення пропускають ключові слова, без яких губиться значення висловлювань. Якщо мислення не «поставити», то учень буде не спроможний засвоїти програму основної (базової) школи навіть на репродуктивному рівні. Тому постають питання: Що таке мислення? Що таке логічне мислення? Як його розвивати?

Поняття «мислення» у філософській та психолого-педагогічній літературі розглядається з різних точок зору, хоча кожний автор намагається навести власне розуміння цього поняття, але загалом вони передають один і той же його смисл. Як приклад розглянемо кілька трактувань поняття «мислення» (Таблиця 1).

З аналізу таблиці 1 видно, що для того, щоб освітній процес відбувався на основі розвитку компонентів мислення, важливо виділити умови, виконання яких усуне стихійність цього процесу, а учня зробить його суб'єктом. Серед таких умов можна виділити організаційні, педагогічні, психологічні й інформаційні умови, які залежать від кінцевої мети або результату освітнього процесу та сприяють чіткій реалізації структури мислення учнів основної школи. Щодо структури (форми, види, характеристики тощо) мислення, то науковці виділяють такі з них (Таблиця 2).

З аналізу таблиці 2 бачимо, що оволодіння інформацією про наведені аспекти мислення дає можливість вчителю / викладачу враховувати їх під час залучення учнів / студентів до мисленнєвої діяльності.

Важливе значення у психологічній, педагогічній і методичній літературі займає поняття «формування і розвиток мислення». У формуванні і розвитку мислення психологи умовно виділяють кілька етапів. Межі і зміст цих етапів неоднакові у різних авторів, що пов'язано з їхньою позицією щодо цієї проблеми.

Таблиця 1

Погляди науковців на поняття «мислення»

Науковець	Визначення
О. Винославська [13, с. 132]	Мислення – вищий пізнавальний процес, який є породженням нового знання, активною формою творчого відображення і перетворення людиною дійсності, тобто мислення можна розуміти як шлях одержання нових знань, як творче перетворення наявних уявлень.
С. Гончаренко [4, с. 208]	Мислення – вища форма відображення дійсності в психіці, ідеальна діяльність, результатом якої є об'єктивна істина. Людське мислення базується на чуттєвому сприйнятті і постійно перебудовує його структуру.
Ф. Константінов [16, с. 514]	Мислення – процес відображення об'єктивної реальності, що складає вищий ступінь людського пізнання. Мислення дає знання про істотні властивості, зв'язки і відношення об'єктивної реальності, здійснює у процесі пізнання перехід «від явища до сутності».
А. Маклаков [8, с. 295]	Мислення є вищим пізнавальним психічним процесом. Суть цього процесу полягає в породженні нового знання на основі творчого відображення і перетворення людиною дійсності.
Є. Рапацевіч [10, с. 336]	Мислення – психічний процес, завдяки якому людина відображає суттєві ознаки і зв'язки предметів і явищ навколишньої дійсності, осягає закономірності розвитку навколишнього світу, передбачає майбутнє та діє цілеспрямовано і планомірно.

Погляди науковців на структуру мислення

Науковець	Характеристика
Я. Пономарьов [11, с. 80]	виділяє форми мислення: 1) елементарна, яка властива як людині, так і тваринам, безпосередньо вплетена у практичну діяльність; 2) вища, яка властива тільки людині, виділяється із практичної діяльності в якості особливої опосередкованої ланки – діяльності теоретичної.
О. Радугін [12, с. 63]	Види мислення: 1) теоретичне понятійне (абстрактне); 2) образно-теоретичне; 3) наочно-дієве; 4) наочно-образне.
С. Гончаренко [4, с. 208]	Мислення поділяє на: 1) конкретно-дійове, 2) наочно-образне, 3) абстрактне; 4) практичне і теоретичне; 5) репродуктивне і творче.
А. Маклаков [8, с. 296]	характеризує мислення як психічний процес і поділяє його на: 1) особливості протікання (узагальнення, відображення й опосередкування; пізнання дійсності; розв'язання конкретного завдання; зв'язок із мовою); 2) форми мислення (поняття, судження, умовивід, аналогія); 3) мисленнєві операції (аналіз, синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, конкретизація).
В. Шарко [18, с. 26–27]	виділяє три компоненти характеристики мислення: 1) змістовий компонент (природничий); 2) операційно-функціональний; 3) мотиваційний. До змістового компоненту мислення (поняття, судження, умовиводи) вчена відносить образи, уявлення, теоретичні й емпіричні поняття, закони, теорії, символи, схеми. Операційний компонент мислення, на думку науковиці, представлений системою розумових дій (мисленнєвих операцій), до складу якої входять аналіз, синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, класифікація, систематизація, конкретизація, індукція, дедукція. Кожна з цих операцій (розумових дій, прийомів розумової діяльності, механізмів цілеспрямованого розвитку розумових дій) виконує певну функцію у процесі пізнання і знаходиться у складному взаємозв'язку з іншими операціями. Важливим моментом у здійсненні мисленнєвої діяльності щодо мотиваційного компоненту є мотиви, установки мислення, інтерес як мотив розумової діяльності.
Г. Касянова [5]	За підходами до розв'язування фізичних задач науковиця виділяє такі стилі мислення: конвергентний, дивергентний, науковий, творчий, фізичний, критичний, діалектичний, образний, продуктивний, традиційний, самостійний, «планетарний». Як зазначає дослідниця, такі стилі мислення дозволяють на абстрактному чи конкретному рівнях оцінювати результати, доводити фізичні закони, пояснювати фізичні явища або процеси, що відбуваються.

Сучасна теорія мислення набула міжпредметного характеру. Зміни, які відбулися в ній, торкнулися категоріального апарату, пов'язаного з ним методами вивчення, діагностикою мислення. У межах модернізації сучасної базової освіти проблема розвитку мислення учнів стає однією з фундаментальних і тому досліджується багатьма науками, у тому числі й методикою навчання фізики.

Як зазначає С. Суровікіна [15, с. 4], у фізиці, яка є основою природознавства, можна успішно розвивати усі види мислення, тому що в процесі її навчання присутні різні види освітньої діяльності: робота з навчальною та додатковою літературою, проведення спостережень і виконання експерименту, розв'язування задач, виконання досліджень тощо. Розвиток особистості передбачає розвиток мислення, в тому числі логічного.

Для того, щоб вивчити, яким чином відбувається і чим зумовлений процес розвитку логічного мислення, проаналізуємо поняття «логічне мис-

лення», яке наводяться в літературних джерелах та інтернет-ресурсах (Таблиця 3).

Ґрунтуючись на визначеннях наведених вище авторів, можна простежити етапи розвитку логічного мислення. Розвиток логічного мислення [14] – це процес переходу мислення з емпіричного рівня пізнання (наочно-дієве мислення) на науково-теоретичний рівень (логічне мислення) з подальшим оформленням структури взаємопов'язаних компонентів, де такими є прийоми логічного мислення (логічні вміння), які забезпечують цілісне функціонування логічного мислення.

Як показує аналіз літературних джерел, розвиток логічного мислення здебільшого відбувається стихійно, при цьому більшість учнів не оволодівають початковими прийомами мислення навіть у старшій школі. У своєму дослідженні ми будемо спиратися на той досвід розвитку логічного мислення, який учні основної школи отримали у початковій школі та у 5-6 класах основної школи.

Таблиця 3

Погляди науковців на поняття «логічне мислення»

Науковець	Визначення
Г. Черушева, О. Щіпановська, В. Пархоменко [17, с. 166]	Логічне мислення – обґрунтоване, мотивоване, доказове, несуперечливе мислення, яке з огляду на правильні вихідні позиції і судження призводить до правильних, об'єктивних висновків.
[7]	Логічне мислення – здатність мислити точно й послідовно, не допускаючи протиріч у своїх міркуваннях, вміння викривати логічні помилки. До форм логічного мислення відносять поняття, судження і умовиводи.
[6]	Логічне мислення – це мисленнєвий процес, при якому людина використовує логічні поняття і конструкції, йому властива доказовість, розсудливість. Метою цього методу є отримання обґрунтованого висновку із наявних передумов.
С. Ворощіков [2]	Логічне мислення – це розв'язання завдань, які з початку і до кінця здійснюються на основі понять, суджень і умовиводів.
Л. Вороніна, М. Карпова [3]	Логічне мислення – вид розумової діяльності, заснований на виділенні істотних властивостей і зв'язків об'єктів дійсності, що характеризується використанням понять, умінь, пов'язаних із побудовою суджень і умовиводів, що формується у видах діяльності, характерних для певного віку.

Учні до цього часу здебільшого інтуїтивно намагалися виконувати ті чи інші правила логічного мислення. Нині, якщо ці правила повністю не усвідомлені, то вони можуть бути або неповними, або ж використовуватися невдало.

В. Мултановський [9] звертає увагу на те, що коли говорять про розвиток мислення учнів у процесі навчання фізики, то насамперед мають на увазі формування фізичних понять. Однак цим завданням не вичерпується. Фізичні поняття, судження й умовиводи необхідно об'єднувати в системи, структура яких відповідає формам теоретичного мислення: узагальненню і висновкам із нього. Для розвитку мислення у формі теоретичних узагальнень необхідно знати загальні структурні елементи будь-якої фізичної теорії (основа, ядро, висновки) і бачити шляхи й етапи їх пізнання, обираючи відповідну методику вивчення матеріалу.

Формування в учнів умінь узагальнювати навчальний матеріал на уроках фізики – необхідна умова розвитку їх логічного мислення. Узагальнення знань можна проводити за допомогою різних методичних прийомів: шляхом використання прийомів порівняння, складання таблиць, проведення узагальнених занять, отримання узагальнених відповідей, розв'язування задач, пошуку аналогій тощо.

Широкі можливості в плані розвитку логічного мислення дає розв'язування логічних задач. Від звичайних вони відрізняються тим, що не вимагають складних обчислень, а здебільшого вирішуються за допомогою міркувань. Розв'язування логічних задач формує в учнів умінь висловлювати припущення, перевіряти їх достовірність, логічно обґрунтовувати. Обговорювання з метою доведення сприяє розвитку мови учнів, виробленню вміння робити висновки. Виконуючи логічні завдання, учні аналізують умови, виділяють суттєве у запропонованій ситуації, співвідносять дані, встановлюють зв'язок між ними. Як

приклад можуть використовуватися задачі такого змісту:

1. У вас є коробка канцелярських скріпок. Як за допомогою мензурки виміряти обсяг однієї скріпки?

2. Як за допомогою терезів можна визначити, скільки приблизно цвяхів знаходиться в ящику, якщо їх загальна маса дорівнює 15 кг (без ящика)?

Встановлено, що розв'язання якісних задач із фізики сприяє розвитку логічного мислення. Під час розв'язання такого типу задач не потрібно ніяких обчислень, визначаються тільки якісні залежності між об'єктами. Істотно й те, що якісна форма проблемної ситуації найбільше відповідає реальній ситуації наукового пошуку. Відомо, що вчені-представники природничих наук під час розв'язання складних наукових проблем уникають формалізації ситуації пошуку.

Доцільно підібрані якісні задачі відображають специфіку логічного мислення. Саме такі задачі дозволяють розвивати рівні логічного мислення учнів. Серед задач цього типу наведемо такі:

1. Три тіла з мармуру, льоду й латуні мають однаковий об'єм. Яке з них має найбільшу масу, а яке – найменшу?

2. Вантажний автомобіль із причепом має перевезти важкий верстат. Що краще завантажити: кузов автомобіля чи причеп? Чому?

Як відомо з аналізу літературних джерел, навчальний фізичний експеримент може бути змістом, методом і засобом навчання фізики. Під час використання різних його видів (демонстраційний і лабораторний експеримент у школі, досліди в домашніх умовах) поглиблюються і розширюються знання учнів, а також розвивається логічне мислення учнів. Це переконує учнів в реальному застосуванні фізичних явищ і процесів у техніці, виробництві та побуті, що призводить до справедливості законів фізики. Як приклад наведемо такі досліди в домашніх умовах:

1. Налийте в склянку гарячої води, додайте солі та розмішайте. Накрийте її блюдцем. Через 1-2 хв на блюдці з'являться краплини води. Чому на блюдці немає кристаликів солі?

2. Виконайте такий дослід: наповніть склянку по вінця водою, виконайте відповідні вимірювання і визначте тиск води на дно склянки. Який тиск на дно склянки створювала б налита до такої самої висоти ртуть?

Наведені вище задачі (завдання) взяті із нині діючого підручника «Фізика, 7 клас» (2018 рік), автором якого є професор В.Д. Сиротюк.

Щодо самостійної роботи учнів основної школи під час навчання фізики, то вона активізує логічне мислення, сприяє створенню власних поглядів і думок школярів на фізичні закони, теорії, явища природи.

Висновки і пропозиції. Отже, розвиток логічного мислення буде продуктивним, якщо організувати систематичну роботу з урахуванням усіх психолого-педагогічних і методичних умов. В якості системо-утворюючих умов розвитку логічного мислення в учнів основної школи виступає усвідомлена і мотивована їх діяльність в індивідуальній або колективній роботі, яка здебільшого реалізується через розв'язування задач і проведення експериментів (дослідів) із фізики. Розв'язування логічних задач (завдань, дослідів) із фізики сприяє розвитку пам'яті, уваги, мови, інтуїції, нестандартного та логічного мислення, підвищує інтерес не тільки до кінцевого результату роботи, а й до самого процесу пізнання.

Вважаємо, що у роботі з учнями основної школи з розвитку логічного мислення на уроках фізики слід активніше використовувати не тільки традиційні, але й інноваційні (використання засобів мультимедіа) підходи, що передбачає визначення ефективних форм, методів і засобів такої роботи. Саме це і буде об'єктом наших подальших досліджень.

Список використаної літератури:

1. Бельчев П.В. Розвиток логічного мислення учнів основної школи у процесі навчання фізики : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теорія і методика навчання фізики». К., 2005. 20 с.
2. Воронцов С.Г. Логическое мышление и его назначение. *Инновационные проекты и программы в образовании*, 2009. № 5. С. 23–27.
3. Воронина Л.В., Карпова М.В. Понятие логического мышления в психолого-педагогической литературе. *Традиции и инновации в педагогическом образовании*. Сборник научных трудов V Международной конференции. 2019. С. 18–21.
4. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997. 376 с.
5. Касянова Г.В. Система фізичних задач для розвитку творчих здібностей учнів : навч. посібник. Київ : ІЗМН, 1997. 120 с.
6. Логическое мышление – развитие логики. URL: <https://4brain.ru/logika/> (дата звернення: 15.10.2020).
7. Логічне мислення. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F> (дата звернення: 16.10.2020).
8. Маклаков А.Г. Общая психология : учебник для вузов. Санкт-Петербург : Питер, 2008. 583 с.
9. Мултановский В.В. Формирование мышления учащихся при изучении физической теории. *Физика в школе*. 1976. № 4. С. 22–30.
10. Педагогика: Большая современная энциклопедия / Сост. Е.С. Рапацевич. Мн. : Современ. слово, 2005. 720 с.
11. Пономарев Я.А. Знания, мышление и умственное развитие. М. : Просвещение, 1967. 264 с.
12. Психология и педагогика : учебное пособие для вузов / Состав. и отв. ред. А.А. Радугин; науч. ред. Е.А. Кротков. М. : Центр, 2002. 256 с.
13. Психология : навчальний посібник / О.В. Винославська [та інші]. Київ : Фірма «ІНККОС», 2005. 351 с.
14. Психология подростка. *Трудный возраст от 11 до 18 лет* / Под ред. А.А. Реана. Санкт-Петербург : Прайм-Еврознак, 2006. 479 с.
15. Сурувикина С.А. Теоретико-методологические основы развития естественно-научного мышления учащихся в процессе обучения физике : дисс. докт. пед. наук: 13.00.02. Челябинск, 2006. 539 с.
16. Философская энциклопедия: в 5 т. / Глав. ред. Ф.К. Константинов. М. : Сов. энциклопедия, 1964. Т. 3. 584 с.
17. Черушева Г.Б., Щіпановська О.Р., Пархоменко В.В. Психология і педагогіка : навч. посіб. Ч. I / За ред. д.ф.н., проф. І.Ф. Надольного. Вид. 2-ге, (перероб. та допов). К. : ДП «Інформ.-аналіт. агентство», 2012. 377 с.
18. Шарко В.Д. Розвиток мислення учнів у процесі навчання. *Методичний посібник для вчителів, працівників методичних служб, викладачів ВНЗ і студентів*. Київ : Спб Богданова, 2007. 132 с.

Silveistr A., Mokliuk M. Development of logical thinking in primary school students in physics lessons

The article considers the development of logical thinking in primary school students in physics lessons. It is noted that the problem of formation and development of logical thinking among primary school students is widely represented in terms of pedagogical psychology and methodology of basic education in general research.

The concepts of “thinking”, “logical thinking” and their structure and development in psychological and pedagogical, methodological literature and Internet resources are clarified. It is determined that for the development of logical thinking of primary school students it is necessary to improve the ways of its development. It was found that the work on the development of logical thinking of students should be systemic and at all stages of learning.

It is a systematic approach, in our opinion, determines the process of developing students’ logical thinking. As practice and numerous experiments show, only at the organization of systematic pedagogical influence on development of logical thinking the corresponding intellectual operations are formed and developed. It was found that during the study of physics, the logical thinking of the student is formed and developed, as well as its components – flexibility, constructiveness, critical thinking etc.

It was found that the development of logical thinking style of primary school students in the process of teaching physics is effective if you develop reflective skills of students through the use of methodological approaches to the educational process and create a system of tasks that will promote students’ mental activity, user-oriented learning technologies. It is established that a well-chosen system of tasks that characterizes the practical application of knowledge and the possibility of their use in life becomes a stimulus for the development of logical thinking of primary school students.

The proposed system of tasks should correspond to the age characteristics of students, the actual level of logical thinking, the content of the research material, as well as meet the principle of systematic and increasing the level of complexity of educational material in the physics course of primary school. Experience shows that the most effective way to build work on the development of logical thinking of students in the process of sequential study of physics. This approach gives students the opportunity to implement physical knowledge as a method of cognition and learning in the development of logical thinking.

Key words: *thinking, logical thinking, development of logical thinking, primary school, students, lessons, teaching physics.*