

З ОСВІТНЬОЇ ПРАКТИКИ

Г. Ностюк.

Математика в нашій трудовій школі.

(З досвіду київських трудових шкіл за 1923-24 шк. рік. За даними відчитних виставок наприкінці шкільного року).

Та галузь шкільної праці, що в колишніх програмах стояла ізольовано, як самостійний предмет математики, складаючись з кількох між собою теж не звязаних відділів (аритметика, алгебра, геометрія та тригонометрія), повинна набрати ще більшої ваги в теперішньому одноцільному шкільному житті, ніж колись. Вона має просякати всі інші галузі шкільної праці, являчись мовою й засобом для проробки всього навчального матеріалу; в розвитку в дітей вміння мислити й розбиратись в явищах життя вона відіграє особливо видатну роль. Через те ті основні вимоги що-до змісту й методу праці, які поставила нова школа перед всіма колишніми шкільними дисциплінами, особливо уважно треба прикласти й до математики. Ці вимоги полягають, в першу чергу, у тому, щоб математика стала методом проробки того нового навчального матеріалу, джерелом якого має бути жива дійсність в формі трудової діяльності дорослих і самих учнів, політично-громадського, місцевого, шкільного, природнього життя, а потім книжний досвід, як доповнення й поглиблення; разом з тим формальні завдання математичної праці зостаються в силі. Крім того, завдання школи й цей зміст новий вимагають і нових, індуктивно-творчих, активно-трудова методів проробки. Принципові шляхи розв'язання цих проблем, висунутих перед математикою, як і іншими дисциплінами, накреслено, схеми намічено. Треба в них вкласти конкретний життєвий зміст. Тут великої ваги набирає справа фіксації того досвіду, який уже є і який являється хоч невеличкими, але певними досягненнями. Ці досягнення допоможуть нам в нашій дальшій роботі.

Я хочу зараз поділитись з читачами дечим ціннішим із досвіду київських трудових шкіл. Подані нижче дані не дадуть, певне, цілковитого розв'язання важливіших для нас проблем методики математики, але покажуть низку шляхів, йдучи якими можна оновити й зробити живим виклад тієї дисципліни, що славилась досі своєю сухістю й мертвечиною.

Мені пощастило оглянути мало не всі київські шкільні виставки, а де таких не було, музеї дитячої творчості. Як по інших дисциплінах, так і по математиці вибір, розподіл матеріялу диктувались не нагодами в процесі виконання певного завдання чи вивчення певного життєвого факта, а вимогами логічної конструктивності того чи іншого курсу, планового розподілу його матеріялу й суми тих формальних знань, які треба було дітям передати. Продуктивна, фізична праця учнів, коли де була, то являлась епізодичним засобом ілюстрації тих чи інших уже здобутих математичних значнів, практичного їх пристосування і перевірки. Що-до постановки праці на городі, в садку, то-що, то цьому мало сприяють наші міські умови; але мало були використані також можливості індустріально-технічного характеру: зв'язок з підприємствами налагоджувався дуже тяжко, а власними майстернями рідко які школи забезпечено. Крім того, праця в цих майстернях велась, головним чином, гуртковим способом, охоплювала малий % учнів, мала свої спеціальні завдання, мало координуючись з іншими дисциплінами й обслуговуючи школу (дрібний ремонт, оправлення книжок шкільн. бібліотеки).

Робота майстерень все-ж давала нагоду конкретно й практично ознайомитись із вжитком геометричних фігур (в деяких школах навіть були пророблені плани тісного зв'язку столярної майстерні з математикою), забезпечити математичний кабінет потрібним приладдям, як моделі геометричних тіл, приладдя до креслення, обміру (лінійка, циркуль, еккер, лімб, астролябія й т. и.). В окремих школах були спроби зв'язатись тісніше з підприємством шляхом участі VII гр. в процесі самого виробництва (механічн. завод); в певні дні й години учні там працювали і навіть там, де потребувались знання фізики та геометрії, гарно виконували ті роботи, для яких потребувалась уже певна кваліфікація.

В значно більшій мірі матеріял в праці з математики був оновлений даними, які може дати шкільне життя, місцеве, політичне, природне. Самі матеріяли математичних виставок уже наочно свідчать про те, який цікавий і багатий матеріял для математичних вправ може дати життя найбільшій школи, — для різного

типу завдач од молодших до старших груп—на цілі мірні, дробові числа, правила трьохпропорційного поділу, завдачі на $\%$; матеріал для діяграмної, графічної їх обробки, для алгебрійних і геометричних управ. Господарське життя школи, її прибутки, видатки, розподіл видатків; учневий склад школи по групах, по роках, національності, по соціальному стану, по категоріях платности; пророблений матеріал, успішність по різних дисциплінах в різні частини року, одвідування, спізнювання, пропуски; статистика клубно-гурткової праці, як склад гуртків, число засідань, число пророблених тем, облік праці гурткової, групової, предметової, статистика й облік праці майстерень, облік праці всієї школи; статистика шкільного самоврядування, книгозбірні, як от число прочитаних книжок по групах, по дисциплінах, авторах, порваних книжок, криві зросту книгозбірні й т. и.; статистика музею, шкільного кооперативу,—всі ці галузі шкільного життя повно використовувалось в праці з математики для складання завдач з різних відділів, а головним чином для їх обробки графіках, кривих, діяграмах. Використовується цей матеріал, починаючи з першої групи, де поруч з ужитком його для арифметичних управ, діти елементарно знайомляться з тим, як наочно зобразити якісь факти з життя своєї групи чи всієї школи. Зошити I, II груп часто-густо вже прикрашені примітивними діяграмами, навіть графічним обліком одвідування групи, її успішности, графікою температурних спостережень, проведених самими дітьми. III гр. часто вже дає складнішого характеру й добре виконані діяграми. Взагалі треба сказати, що серед експонатів з математики діяграми займають числом всюди перше місце; часто те саме буває і в інших дисциплінах, як географія, політ-освіта, але таке часто позверхове захоплення діяграмною творчістю заміняється поглибленою працею над цим родом обробки статистичного матеріалу, через що можна сподіватись і більших наслідків од нього. Методично-дидактична вартість цього засобу безсумнівна, як свідчать всі керівники.

Старші групи дають повне використання шкільного матеріалу, при чому часто звертає на себе увагу форма виконання, чиста, акуратна (особливо в тих школах, де ведеться робота креслення), з незвичайно різноманітними засобами наочности, в яких учні проявляють багато творчости й вигадливости. Подекуди шкільне життя й шкільні потреби дають нагоду для серйозної математичної праці, коли певній групі чи математичному гуртку дається завдання скласти обрахунок на утримання майстерні, обрахувати вартість якої-небудь екскурсії, обрахувати квадратуру й кубатуру помешкань і зробити відповідні розрахунки на 1 душу

по всіх групах, обрахувати загальну площу шибок і площу, що припадає на 1 душу, виготовити плани помешкань і всього будинку, города, скласти, нарешті, кошторис утримання всієї площі і т. и. Такі завдання мають тим більшу вартість, що вони не тільки дають управи й певні навички, а й сполучуються з почуттям відповідальности за точність і вірність обміру, обрахунку, за вірність проставлених цін (як це буває при складанні кошторисів і обрахунків, ціни діти знають сами, справляючись в місцевих соробкопах, на базарах). А нагод для таких завдань шкільна праця дає багато — і треба, щоб вони використовувались як-найповніше.

Планова проробка матеріялу із шкільного життя неминуче приводить і до звязку з місцевим господарським, промисловим життям району.

Розвиваючи послідовно теми шкільного й місцевого життя, приходимо й до використання матеріялу, який дає нам економічне, політичне життя краю, почасти через математичну обробку матеріялу краєзнавства, політосвіти, а почасти безпосередньо в праці з математики. Виставки праць в школах свідчать про спроби використати статистичні матеріяли про економіку краю, державний бюджет колись і тепер, в порівнянні його з бюджетами інших країв, фінансове життя краю, знецінення совзнаків, грошову реформу, освітнє життя краю — число шкіл на Україні, % дітей, що охоплюється школами, грамотність у нас і в інших краях, занепад і зріст промисловости, транспорту й т. и. При вправах на % розмова переходить на питання про банки, векселі, неп і т. и.

У всій цій проробці математична праця, ставлячи собі свою мету — дати певну суму формальних знань, являється знаряддям для кращого й точнішого пізнання явищ навкружного життя, і разом з тим вказує на ролю математики в цьому житті, ролю її в створенні знання. Не менше значіння, а може й більше в цьому її виховавчому впливі має контакт її з життям природнім, з працею в інших галузях навчання. Ідея звязку законів математики з законами природи, їх тотожности, розгляд і виявлення цього звязку одвойовує собі де-далі більше місця як у класній праці, так особливо в гуртковій праці з математики. Особливо повно пророблено в багатьох школах в ц. р. як з молодшими так і старшими групами питання симетрії в математиці й природі, в формі розмов, докладів, рисунків, колекцій, зразків симетрії в природі й навіть сценічних постановок. З інших питань траплялась проробка питання про золотий поділ, його теорію й історію, ролю в природі, естетиці, малюванні, вжиток

в архітектурі й деяких ремествах, елементи математики в законах небесної механіки, математичної географії, в мінералогії (геометричні форми кристалів), ботаніці (закон розположення листя), взагалі в природі—геометричні фігури, прості, криві, ламані лінії в природі (блискавка, райдуга і т. и.). Все це здебільшого зафіксовано в малюнках. В одній школі трапилась проробка питання про математику в музиці—закони математичних відношень в акордах. Часто трапляється проробка питань практичного вжитку геометричних фігур в архітектурі й т. н., при чому це зафіксовано в моделях із дерева, дикту, картону, паперу, глини. Із спостережень над природою та її явищами особливо були поширені (починаючи з першої групи) спостереження змін погоди, температурні, барометричні спостереження (місцями такі дані є за цілий рік), спостереження над Дніпровою повінню (крива рівня Дніпрової води з початку й до кінця повіни) й т. и. Таке систематичне записування й збирання матеріялу провадилось більше в молодших групах, а старші групи здебільшого скористували з даних Київської метеорологічної станції. Такий звязок з науковими установами являється також річчю дуже бажаною й цінною, але досі ми маємо тільки незначні спроби його здійснення.

Із інших способів звязати математичну працю з життям природи треба згадати ще про наукові екскурсії в природу; деякі школи дали цікаві спроби переведення їх і повного використання не тільки для роботи з математики, а й для роботи в інших галузях. Таким чином, тут звязок встановлюється не тільки з життям природи, а й через комплексну проробку певних тем з працею по краєзнавству, природознавству, фізиці й навіть літературі. Приміром, екскурсія в Пуще-Водицький ліс, чи екскурсія в село Велику-Бугаївку, де учнями одної школи було викопано й привезено до шкільного музею багато кісток мамута. Така екскурсія дає багато цінного матеріялу для математичної проробки, для праці по краєзнавству, природознавству й багато тем для літературних вправ. В екскурсії до Пуще-Водицького лісу, приміром, було використано й нагоду для збирання пород дерев, рослин, для природниче-зоологічних спостережень, мінералогічних; дані про загальну площу лісу, площу старого лісу, молодняка, порубки, посадки, про основи лісового господарства і його шкідників; дані для обрахунків про вік лісу, дані для геодезичних вправ; використано було естетичні моменти, моменти для літературних вправ. На виставці проробку цього матеріялу зафіксовано в колекціях, гербаріях, планах, діаграмах, обрахунках, малюнках, краєвидах, літературних оповіданнях. Що-ж до звязку математики з іншими дисциплінами в щоденній праці школи, то тут досвід

шкіл поки-що дав небагато матеріалу, математика використовувала статистичний, цифровий матеріал інших дисциплін, особливо краєзнавства, екопомічної географії, політосвіти (склад Р.К.П., конгреси Комінтерна, з'їзди і т. и.) для своїх вправ, а зазначені дисципліни в більшій чи меншій мірі користувались математичною підготовкою учнів для складання діаграм, картограм і т. и. Це захоплення діаграмами проходить і в літературу, де відповідно оброблюється матеріал що-до життя й творчості окремих поетів. Тісніший зв'язок з історією культури встановлюється при розмовах про історію розвитку математичних знань, історію окремих питань із математики, історію цифр і т. и. Найповніше розроблювалось з учнями такі питання, як математика в єгиптян, вавилонян, у греків, історія алгебри, історія дробів, життя й творчість Евкліда, історія цифр і т. и.; в одній із шкіл повно розроблено історію цифр різних народів, при чому цей процес розвитку цифр змальовано на багатьох великих таблицях.

Само собою зрозуміло, що вже самий цей життєвий матеріал, над яким пророблено формальні вправи, міняє й метод передачі математичних знань. Таке знання, що являється засобом пізнання явищ світу, знаряддям для спостереження й розуміння їх, мусить бути не теоретично-сухим, пасивно запам'ятованим, а набутиим активно-творче в досвіді самої дитини. Ми спробуємо тут накреслити коротко, що цінного з своєї практики можуть дати нам київські школи що-до цього. В цілому, процес передачі математичних знань заховав у собі ще багато од старих методів, але є й багато спроб, які дають нам ґрунт для цілковитого оновлення викладу математики відповідно до вимог нової школи.

Праці молодших груп дають нам вказівки на те, як розпочати й повести початкове ознайомлення з рахубою, мірою, щоб усі ці поняття розвинулись природньо-психологічним шляхом, вирости з конкретного досвіду дитини, а не накинута були їй, як готові, одірвані од її життя та розвитку, абстракції й формули. В їх створенні бере участь не тільки пам'ять дитини, а й зір, дотик, слух, м'язово-моторний апарат. З натуральним рядом чисел і простішими діями в ньому дитина знайомиться на конкретному матеріалі з садка, города, класи, вона його збирає в торбинки, мішечки, кошики, коли це будуть боби, квасоля, каштани й т. и.; зв'язує по скільки їй треба в пучечки, коли це будуть палічки; робить моделі крамниць, базару, сорабкопа з картону, паперу, дикту, глини й весь цей свій крам виставляє там на продаж. Одержані поняття про числа й дії з ними ілюструє на папері, замальовуючи, наклеюючи, вирізуючи; моделює; використовує одержані перші знання в грах, в практичних завданнях при ручній праці, при найпростіших обмірах, в яких разом з тим знайо-

миться з мірами довжини; виготовлює елементарні зразки мір, знайомиться з площами, ділячи певну площу на смужки, потім на квадратики, а звідси приходять і до знайомства з масштабом (без ужитку цього слова), з простішими діаграмами та їх виготовленням. Потім досвідним порядком знайомиться з третім виміром, кубічн. мірами, переводить практичні вправи над виміром обсягу класи й т. и., робить з картону моделі кубічних мір, одержаний просторовий матеріал зарисовує, креслить, абстрагує і аким чином одержує перше знайомство з геометричними поняттями, фігурами. Пропедевтична геометрія такого роду розпочинається з першої групи. Досвідним шляхом молодші групи, починаючи також з першої, одержують перші поняття про простіші дробові числа на кружках, нарисованих чи вирізаних з паперу, картону й наклеєних у зшитках, на яблуках, грушах або їх моделях з глини й ин. матеріалу, додають їх, однімають, множать, ділять. Завдання дальшої праці узагальнити ці набуті поняття й механізувати відповідні операції з ними. Шкільні екскурсії, праця, спостереження, користуючись з уже придбаних дитячих знаннів, дають новий матеріал для проробки, як то було вже раніше зазначено, і тим самі знання поширюють і вдосконалюють. Мусимо обмежитись цим загальним оглядом, не наводячи ні тем комплексів, ні методики їх проробки, бо на це бракує місця.

Старші групи (з IV гр.), хоч і не дають цільної проробки закінчених курсів, але проробка окремих відділів може дати чимало цінного. В багатьох школах цінна з боку методичного робота з геометрії IV гр., зафіксована в численних моделях геометричних тіл, фігур з дикту, паперу, картону, глини (як куб, конус, піраміда, циліндр, призма, різного роду трикутники, многокутники, рівнобіжники, многостінники і т. и.), виготовлених дітьми в процесі ознайомлення з ними; в простіших приладах для обміру, наслідках деяких практичних праць (плани й т. и.). Все це свідчить про досвідно-лабораторне ознайомлення з початками геометрії та про добрі його наслідки. Діаграми, криві графіки й ин. матеріал свідчить про вміння користуватись математичними знаннями для аналізу й обробки життєвих явищ, про вміння користуватись мірами, лінійкою, циркулем, транспортиром і т. и.

Роботи інших груп не завжди дають картину індуктивно-лабораторної проробки матеріалу; такі експонати, як зошити для арифметики, алгебри, геометрії, здебільшого свідчать про логічний розподіл і проробку матеріалу.

Все-ж проробка окремих відділів дає дещо методично цінне, приміром: методика ознайомлення з поняттям площ, обміру площ

різних фігур, поняттям про рівновеликі площі — представлено це рисунками, моделями рівновеликих площ, перетворення трикутника в трапедзу і т. и.; поняття залежності між елементами трикутника, рівнобіжника, кола, суміжних вершкових кутів, властивостей кутів трикутника, мн-ка — також представлено в рисунках, наклеюваннях, моделях з дикту, дощечок, картону, в простіших роботах з складанням, розрізуванням паперу й т. и.; цікаво місцями пророблено вчення про подібність фігур, практичне його пристосування при обмірах, а також практичне пристосування інших геометричних відомостей до різного роду вимірів, знімок при допомозі лінійки, циркуля, транспортира, еккера, астролябії й т. и. Потрібне приладдя виготовлюється дітьми дома з дерева, дикту, картону, або в шкільній столярній майстерні, коли така є; ланцюжок робиться з якого-небудь дроту або позичається де-небудь рулетку, коли своєї немає — і всіх цих приладь досить за-для того, щоб проробити найпростіші геодезичні вправи підчас екскурсій чи в школі. Коли діти досить освоїлись з ужитком приладу й технікою оперування ним, то їм дається серйознішого характеру завдання, які можуть мати практичну користь і для школи; виконується такі завдання звичайно групами. На багатьох виставках фігурували такі самодільні астролябії, еккери разом з наслідками їх практичного вжитку. Геодезичні ці вправи, і як засіб набути знання, і як засіб пристосувати їх, безперечно, дуже важливі.

Значне місце в геометричній праці займають і досвідне ознайомлення з геометричними тілами, їх виготовлення, вжиток в техніці, архітектурі, обрахунок їх обсягів, поверхонь і т. и., конкретний доказ геометричних тверджень і теорем, особливо пітагорової теореми.

Розроблення питань про симетрію в природі й математиці, про математику в природі, використання матеріалу інших наук, різних спостережень над природою, даних індустрії, економіки, комерції й т. и. вказує й на практичні, конкретні початки вивчення математики, а також на те, що вихованцям не завсіди чужа була думка про велику пізнавальну, культурну й практичну цінність математики. Розмови з історії математики, порівняння окремих етапів розвитку того чи іншого математичного питання з його сучасною розвязкою дає як багато даних для правильної постановки праці (методика дробів — і дроби єгиптян, вавилонян, греків, римлян — це питання подекуди добре розроблено), так і зв'язує тісно математичну еволюцію юнака з його поступом в інших галузях знання.

Треба зауважити, що останнього роду праця (переважно, як гурткова праця по математиці) дуже захоплює дітей і дає великі наслідки; на виставках зафіксовано її в математичних збірниках, журналах, заповнених статтями й конспектами докладів про значіння й пристосування математики, про історію математики, історичними, веселими завданнями, математичними оповіданнями, гуморесками; журнали оздоблені табличками з історії цифр, письмен, діаграмами, графіками й т. и. Що-до математичної розваги (завдачі, оповідання, софізми, парадокси й т. и.), то й цей рід праці виявив себе незвичайно цінним; діти дуже цією роботою захоплюються, виявляють багато ініціативи в складанні своїх завдач, компоновці різних ребусів, проєктів, шарад, оголошенні конкурсів математичного характеру на вирахування різних чисел і т. п. (так, в одному з шкільних математичних гуртків було оголошено дітьми конкурс з премією на те, хто пережене землю в її бігу навколо осі — конкурс незвичайно цікавий, зв'язаний з низкою цікавих математичних обрахунків, — знайшлися претенденти на премію). Ця робота може бути поставлена дуже різноманітно, виявляється в різних формах включно до математичних вечірок, сценічних постановок, і взагалі являється при належній її постановці одним із кращих засобів активно-творчого математичного виховання.

Що-до праці по алгебрі (поки-що в школах ці галузі математики — арифметика, алгебра, геометрія — здебільшого ізольовані), то тут із цікавого матеріалу треба зазначити наочне зображення від'ємних чисел і життєве їх з'ясування (пішохід, потяг, купля-продаж й заробіток чи втрата при цьому), наочне зображення (кубиками чи вресленням) формул скороченого множення $(a + b)^2$ і $(a + b)^3$, генетичне з'ясування правил множення й ділення одночленів і многочленів, корінування й степенування одночленів, графічне зображення функцій першого й другого порядку й графічне розв'язання рівнень першого й другого ступеня. Графіки функцій, графічне розв'язання рівнень, пристосування графік до розв'язання деяких завдач, розпису потягів, обробки метеорологічних даних і т. и., — цей матеріал представлено повно й взагалі вчення про функції, таке важливе для розвитку в дитини функціонального мислення й ідеї функціональної залежності в природі, в праці по математиці за минулий рік зайняло дуже видатне місце, хоч треба сказати, що виставки не дають матеріалу, який свідчив-би про те, що цей відділ алгебри був ілюстрований прикладами функціональної залежності і з життя безконечного простору, і з життя мертвої й живої природи, з життя людини, життя теперішнього, минулого, з явищ щоденного

життя, приведений в яскравий зв'язок з законами геометрії (залежність між елементами фігур і т. и.), — бо тільки в цьому разі цей відділ відіграє в математичному вихованні ту роль, яку він повинен відіграти.

Зазначені засоби, вносячи в виклад математики активність, творчу самодіяльність, власний досвід учня, не виключають разом з тим змоги передати потрібну суму формальних знань і забезпечити систематичність і закінченість їх.

Крім цього треба сказати дещо про ті матеріальні засоби, які вживались для роботи по математиці, а також про інші ілюстративні засоби в математиці. Використовувалось те, що було під руками, той матеріал, що є всюди, або недорого можна дістати, як ось: папір, здебільшого уже зужитий, тонкий і товстий, картон (в тому числі й старі картини по закону божому й обгортки непотрібних книжок), дикт, дощечки, жесьть, дрiт, палічки, дерево, лозина, нитки, гвозді, клей, глина. Матеріал такий всюди знайдеться, а оброблюється його тим приладдям, що завсіди під руками, як ножиці, ніж і т. и. Математичні лабораторії й музеї наповнюються виготовленими із цього матеріалу моделями різних тіл, про які я згадував уже, властивостей геометричних фігур, приміром: вершкові кути рівні, сума сумежних кутів $= 2d$, сума кутів трикутника $= 2d$, один бік тр-ка завсіди менший за суму двох других, проти більшого кута в тр-ку лежить більший бік, рівним дугам в обводі кола відповідають рівні тятиви; моделями рівновеликих площ, пітагорової теореми, гіпократових молодиків, різним приладдям для обміру, як лінійка, циркуль, транспортир, ватерпас, ескер, астролябія й т. и. Ще в більшій мірі, як засіб ілюстративности, вживається малювання, креслення в різних проектах, схемах, діаграмах, графіках, журналах, таблицях по історії цифр і ин. На всіх виставках перед іншими засобами наочности малювання займає перше місце. Поруч з ним вживається також вирізування, ліпки, а в молодших збирання палічок, овочів, насінин і т. и.

Детальніше зупинятись на поданих фактах через брак місця не можемо. Певне, що сподіватись тут знайти повне розв'язання основних проблем нашої математичної практики — даремна річ, але таке розв'язання може явитись тільки підсумком нашого колективного досвіду, не тільки досвіду київських шкіл, а й інших місцевостей. Київські школи вже дещо внесли сюди. Так до поданого матеріалу треба підходити, його оцінювати й використовувати для дальшої роботи.