

BEVEZETÉS

Napjainkban ellentmondás feszül a természettudományok és a technika soha nem látott mértékű fejlődése, valamint a szakirányú diplomával nem rendelkező emberek természettudományos-technikai műveltsége között. A szép számmal végzett attitűd-vizsgálatokból is kitűnik, hogy a természettudományi tárgyak nem tartoznak a diákok kedvencei közé. Egyre kevesebben jelentkeznek a természettudományi tanárszakokra, így a fizikatanári szakra is, a jelentkező diákok tudásszintje pedig évről évre csökken. Az egyetemi, főiskolai oktatók keresik a megoldást, hogyan lehetne változtatni a helyzeten. Törekvéseik főként arra irányulnak, hogy megtanítsák a hallgatót, hogyan vegyen részt abban a folyamatban, amely a tudás megszerzéséhez vezet. A problémakör kutatói hangsúlyozzák a folyamatos évközi tanulás jelentőségét, a hallgatók teljesítményének rendszeres ellenőrzését és objektív értékelését. Vizsgálják, hogyan és milyen hatásfokkal használhatók az írásos segédanyagok, valamint az audiovizuális technika és számítástechnika eszközei és termékei a felsőoktatás különböző területein. Jelentős figyelmet fordítanak a hallgatók gyakorlati képzésére.

Az eszközök és módszerek időről időre változnak ugyan, de fő célkitűzéseink és feladataink változatlanok: *A leendő fizikatanárokat úgy kell felkészítenünk jövőendő hivatásukra, hogy biztos szaktudományi és alapos szakmódszertani ismeretek birtokában alkalmazkodni tudjanak a folyton változó tantervi követelményekhez.* A felkészítés során mindinkább az önálló hallgatói munkát kell előtérbe helyeznünk. Olyan eszközöket és módszereket kell alkalmaznunk, amelyek biztosítják, hogy ne sérüljön a szaktudományi ismeretek elsőbbsége, de legyen lehetőség azok iskolai interpretálásának gyakorlására is.

CÉLKITŰZÉS

A kétszintű tanárképzés bevezetésének küszöbén érdemes összegyűjteni és áttekinteni azokat a jól bevált módszereket és eszközöket, amelyek a felsőoktatás bármilyen szerkezeti átalakítása esetén eredményesen használhatók a fizikatanár-képzésben. *Dolgozatomban olyan – általam fejlesztett – eszközöket és módszereket mutatok be, amelyeket három évtizedes oktatói munkám során a főiskolai fizika szakos tanárjelöltek szaktudományi és szakmódszertani képzésében alkalmaztam, alkalmazok.* Elsősorban a hallgatók önálló munkáját segítő és kívánó, ill. a napjainkban is vállalható és alkalmazható, az akkori kornak megfelelő korszerű eszközöket és módszereket választottam bemutatásra. Szeretnék hozzájárulni ezzel későbbi olvasóim, az utánam következő oktató-nemzedék szakmai-módszertani ismereteinek bővüléséhez.

TÉZISEK

1. *A fizikai jelenségek bemutatása, a fogalmak kialakítása során az oktatónak szaktudományi és didaktikai szempontokat mérlegelve kell döntenie, hogy milyen eszközökkel, milyen kísérleteket mutat be, esetleg oktatófilmmel vagy számítógépen szemléltet.* Sok esetben elegendő egy egyszerű, házilag készített kísérleti eszköz, máskor számítógéppel támogatott nagypontosságú mérőeszközre van szükség.
2. *A fizika szakmódszertani képzés hatékonysága növelhető a hallgatók önálló munkáját és teljesítményük rendszeres ellenőrzését lehetővé tevő laboratóriumi munkafüzet használatával, és a szaktanári feladatok gyakorlása céljából szervezett mikrotanításokkal, videotréningekkel.*
3. *A tehetséggondozás fontos színterei a tudományos diákkörök, fizika szakkörök és versenyek.* Mindhárom iskola-fokozatban hatékony eszközei lehetnek a természettudományos szemléletmód kialakításának.

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

A dolgozatban bemutatott munka tartalmát és módszereit tekintve is szerteágazó. A fizikai kísérletek kidolgozásánál a kísérleti fizika módszereit alkalmaztam; az oktatásfeljesztési

kutatásoknál a kipróbálás során történő tapasztalatszerzés, statisztikai számítások (hatékonyságvizsgálat kontrollcsoportos kísérlettel), értékelőlapok, interjúk domináltak.

AZ EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA

1. Kísérletek a klasszikus fizika köréből

1. 1. Egyszerű eszközkészlet testek mozgásának vizsgálatára

Egyenes vonalú haladó mozgások vizsgálatára, valamint a vonatkoztatási rendszerek fogalmának kialakítására szolgáló eszközrendszert terveztem, amely egy könnyen mozgó kiskocsiból és több kiegészítő tartozékból áll [1]. Ecsetes inga szolgál nyomjelzésre és egyben időmérésre. Az egyenletes mozgást egy szabályozható fordulatszámú fűró biztosítja, az egyenletesen gyorsuló mozgást pedig csigán átvett fonálon függő nehezék segítségével idézzük elő. *Az eszköz jó lehetőséget biztosít a görbeillesztés, hibaszámítás gyakorlására.*

A vonatkoztatási rendszerek fogalmának kialakítását szolgáló kísérletben az egyenes vonalú egyenletes mozgást végző kiskocsi árbocára rögzített elektromágnes egy adott pillanatban egy jelzőkaró mellett leejt egy golyót, amely átesik a kocsi platójába fűrt lyukon, és a kocsi alá helyezett, alacsony peremű tálcára szórt lisztben marad, jelezve a becsapódás helyét.

1. 2. Testek mozgásának vizsgálata V-scope-val

20 ms-onként vett mintákkal vizsgáltunk különféle mozgó testeket V-scope-val, amely a mozgó testek helyzetét a rájuk rögzített adó-vevő gombok segítségével tizedmilliméter pontossággal tudja megállapítani. Ahol lehetőség volt rá, *légpárnás asztalon vagy sínen végeztük a kísérleteket.* A V-scope-rendszer rögzítette az idő- és helykoordinátákat, megalkotta a nyomképet. A további számításokat és szerkesztéseket egy általam kidolgozott program segítségével végeztük el. A nyomképre egyenest illesztettünk, sebességvektorokat, sebességváltozás-vektorokat, impulzusvektorokat, impulzusváltozás-vektorokat szerkesztettünk. *A kísérletekkel feltártuk (igazoltuk) a különböző mozgások (egyeses vonalú egyenletes és egyenletesen gyorsuló mozgás, rezgőmozgás, ingamozgás, szabadesés, ütközések) törvényszerűségeit, igazolni tudtuk az impulzus-megmaradás törvényét párkölcsönhatásra vonatkozóan. Ez utóbbi kísérletsorozat a tömeg fogalmának kialakítására is alkalmas* [2, 3, 4].

1. 3. Erőhatások dielektrikumokban

Az elektrosztatika vonzó vagy taszító kölcsönhatások bemutatásával tehető szemléletessé. Olyan kísérletet terveztem, amely mindkét jelenség bemutatására alkalmas. *Különböző dielektromos állandójú közegekben elhelyezett, elektromosan töltött fémgömb és semleges égetett gyurma kölcsönhatását vizsgáltam. Levegőben, széntetrakloridban, alkoholban vonzó kölcsönhatást, vízben pedig taszítást szemléltettem* [5].

1. 4. Fizikai jelenségek videofilmen

A fizika némely témaköréhez nagyon sok időigényes kísérlet kapcsolódik, de előadáson nem jut idő mindegyiknek az elvégzésére. Ezekben az esetekben célszerű felvételt készíteni, és alkalmas vágásokkal lerövidíteni a szemlélésre szánt időt. Négy olyan – órai vetítésre és otthoni tanulmányozásra is alkalmas – *oktatófilmet készítettem*, amelyek szakmai fórumokon megmérettettek és az oktatás különböző szintjein felhasználásra kerültek.

„Az elektromos áram kémiai hatása” című film a konyhasó elektrolízisének nyomon követésével vezeti be a témakörhöz tartozó alapfogalmakat, színes számítógépes animációval szemléltetve a folyamatokat. Ezután rézszulfát-oldat elektrolízisével mutatja be a fémbevonásos eljárások elvét, ill. a saját sójuk vizes oldatába merülő fémek viselkedését [6]. „Az elektromos áram hőhatása” és „Az elektromos áram és a mágneses tér” c. oktatófilmek klasszikus kísérleteket tartalmaznak. Elkészítésüket a témakörhöz tartozó kísérletek nagy száma és láthatósági problémák indokolták. „A felületi feszültség” c. filmben szappanhártya, víz, kakaó, olaj, higany viselkedését vizsgálva ismerkedünk a felületi feszültség fogalmával. A narrátor magyarázatait számítógépes animáció egészíti ki. A film elkészítését az indokolta, hogy a

felületi feszültség témakörébe tartozó kísérletek nem mindig sikerülnek az előadóteremben. A szappanhártyák kényesek a hőmérsékleti viszonyokra, a hirtelen mozdulatokra, a légáramlásra. Akkor látszanak jól, ha a felületükről visszaverődő fény a nézők szemébe jut.

1. 5. Elektromágneses játszóház diákoknak és tanároknak

A szemináriumi foglalkozásokon igyekszem olyan feladatokat adni a hallgatóknak, amelyek nem a lexikális ismeretek felszínre hozásában merülnek ki, hanem a hallgató azok alkalmazásával oldja meg a számára szokatlannak tűnő problémát. Az *elektromosság és mágnesség* köréből 11 kísérlet eszközeit helyeztem el egy-egy *fekete dobozban*, ill. azok felületén. A doboz belsejében található eszközök állapotváltozása következtében a dobozon kívül elhelyezkedő eszközök állapota is megváltozik. Ezekből a változásokból kell a hallgatóknak megállapítaniuk, hogy

„Mi van a fekete dobozban?”

2. A szakmódszertani képzéshez kidolgozott eszközök és módszerek

2. 1. Laboratóriumi munkafüzet a szakmódszertani laboratóriumban

Laboratóriumi munkafüzetet készítettem, amely bőséges kísérletanyagot tartalmaz, megkívánja a hallgatók önálló munkáját és módszertani, balesetvédelmi tudnivalókat is ismertet. Ugyanakkor a laboratóriumi munka jegyzőkönyvéül szolgál és alkalmas a hallgatók teljesítményének értékelésére. Oszlopos elrendezésben tartalmazza a főbb feladatcsoportokat:

| A kísérlet leírása | Cél | Eszközök | Megfigyelési szempont | Tapasztalat | Megjegyzés |

Kontrollcsoportos kísérletet szerveztem a munkafüzet hatékonyságának vizsgálatára. Az adatok és számítások alapján az alábbi megállapításokat tettem: **1.** A munkafüzetet használó kísérleti csoport teljesítménye szignifikánsan jobb az effektív kísérletező munkát kívánó „Tapasztalat” és a gondos felkészülést, önálló gondolkodást és ötleteket kívánó „Cél”, ill. „Megjegyzés” oszlopokban. **2.** A hallgatók teljesítménye a kísérleti csoportban hétről hétre csaknem egyenletesen nő. **3.** A kísérleti csoport teljesítménye a mechanikai, hőtani, elektromosságtani kísérleteknél a „Tapasztalat” és a „Megjegyzés” oszlopban szignifikánsan jobb, mint a kontrollcsoporté. **4.** A kísérleti csoport hallgatói a hőtani kísérleteket eredményesebben végzik, mint a mechanikai és elektromosságtani kísérleteket. **5.** Mindkét csoportnál szignifikáns kapcsolatot találtam a mechanikai és hőtani jellegű kísérletek végzése során nyújtott teljesítmények és a mechanikai és hőtani laboratóriumi gyakorlatok érdemjegyei között [7].

2. 2. Komplex szakmódszertani gyakorlatok

A gyakorlatokon olyan módszereket és eszközöket választunk, amelyek a szaktárgyi, szakmódszertani ismeretek elmélyítésén kívül a tanári készségek kialakítását is szolgálják: **1.** Kiselőadás és vita fontos szaktárgyi és módszertani kérdésekről. **2.** Bemutató kísérletek. **3.** Mikrotanítási gyakorlatok. Az egyes hallgatói tevékenységekről videofelvételt készítünk, amit visszajátszás után az *általam szerkesztett értékelő lapok* alapján megbeszélünk és értékelünk. Az alábbi tevékenységek elemzéséhez készítettem értékelő lapokat: *Bemutató kísérletek; mikrotanítás tanári demonstrációval támogatott új ismeret feldolgozásához; mikrotanítás tanulói kísérletek vezetésére.* E módszerek és eszközök segítségével informálódhatunk a hallgató szakmai és módszertani ismereteiről, kísérletező munkájának fejlettségi fokáról; hozzájárulunk a hallgatók önismeretének fejlődéséhez; bővülnek a csoporttársak módszertani ismeretei; a hallgatók gyakorolják a nyilvánosság előtti szereplést; fejlődik vitakészségük [10].

2. 3. Fizika módszertani műhely

Videotréningsel támogatott speciálkollégiumot vezetek a Nyíregyházi Főiskola Fizika Tanszékén. Azt tűztük ki célul, hogy a hallgatókat *a fizika népszerűsítését szolgáló tudományos ismeretterjesztő* előadások megtartására és az ahhoz szükséges háttér munka

megismerésére és begyakorlására készítjük fel. A speciálkollégium keretében módjuk nyílik a hallgatóknak az összefüggő beszéd mellett folyó egyidejű tevékenység (szemléltetés, kísérletezés) megtervezésére és megvalósítására.

3. Tehetséggondozás a Nyíregyházi Főiskola Fizika Tanszékén

Tanszékünk évtizedek óta helyet ad *általános iskolások számára szervezett fizikai kísérletező szakköröknek, szaktáboroknak és fizikaversenyeknek*. E tevékenységekhez kapcsolódóan *szakköri munkafüzetet és szakkörvezetői kézikönyvet készítettem*. A szakköri füzet igényli az önálló tanulói munkát (eszközkészítés, szerelés, kísérletezés, mérés, jegyzetelés, magyarázat). A szakkörvezetésbe bevontam a diákkörös hallgatókat, akik részt vettek a nyári szaktáborok és a megyei fizikaversenyek levezetésében is. Jó gyakorlási lehetőségnek bizonyult számukra a gyakorlóiskolai tanítás megkezdése előtt [9].

Középiskolások számára olyan fizika tehetséggondozó programokat dolgoztunk ki a KOMA II. támogatásával, amelyek a tervezett életpályának megfelelően bemutatták a továbbtanuláshoz és a későbbi munkavégzéshez szükséges fizikai ismeretek körét:

1. Speciális program a pedagóguspályára készülők számára, **2.** Speciális program a műszaki pályára készülők számára.

Diákkörös hallgatóink bekapcsolódnak a tanszéken folyó szaktudományi és szakmódszertani kutatásokba. Vezetéssel oktatófilmeket, számítógépes programokat, szakköri füzeteket, feladatgyűjteményeket készítenek; ill. felmérésekkel, attitűd-vizsgálatokkal, különböző kísérleti eszközök és módszerek összehasonlításával, alkalmazási lehetőségük feltárásával járulnak hozzá a fizikatanítás módszertanához. *Témavezetőként több olyan dolgot megszületését segítettam, amely az Országos Tudományos Diákköri Konferencián (OTDK) díjazott lett.*

AZ EREDMÉNYEK HASZNOSÍTÁSA

A dolgozatban bemutatott, általam tervezett kísérleti eszközök és kidolgozott módszerek a publikációkon és konferencia-előadásokon túlmenően is széles nyilvánosságot kaptak és hasznosultak:

- A mozgó testek vizsgálatára tervezett, egyszerű eszközkészlet szerepelt és dicséretet kapott az 1980-ban Kaposváron megrendezett Általános Iskolai Fizikatanári Ankét eszközkészítésén. Több példányt készítettünk általános iskolák megrendelésére.
- A V-scope-val végzett méréseink eredményeinket külföldön és belföldön is publikáltuk, diákköröseim pedig második díjat nyertek a XXVI. OTDK-n.
- A dolgozatomban ismertetett oktatófilmek szakmai fórumokon megmértettek és az oktatás különböző szintjein alkalmazásra kerültek. 120 példányt adtunk el belőlük különböző általános- és középiskoláknak. Hallgatóink is kikölcsönzik, főként a levelező tagozatos hallgatók veszik hasznát.
- A fekete dobozokat bemutattam az 1996-ban megrendezett Általános Iskolai Fizikatanári Ankéton. A 2000/2001-es tanévben a Csodák Palotája vette kölcsön és bocsátotta a gyerekek rendelkezésére.
- A „Munkafüzet a fizika szakmódszertani laboratóriumi gyakorlatokhoz” c. főiskolai jegyzetet több főiskolán használták: Bessenyei György Tanárképző Főiskola Nyíregyháza, Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Eger, Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskola Szombathely, Janus Pannonius Tudományegyetem Pécs.
- A komplex szakmódszertani gyakorlatokon és a “Fizika Módszertani Műhely” speciálkollégiumon alkalmazott videotréningeket és az értékelőlapokat több helyen publikáltam, hazai és nemzetközi konferenciákon ismertettem.
- A szakköri munkafüzet és szakkörvezetői kézikönyv előbb a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Pedagógiai Intézet kiadásában megyei, majd átdolgozás után a TYPOTEX Kiadó gondozásában országos terjesztésre jelent meg.
- Hat diákkörös hallgatóm öt dolgozattal OTDK helyezett lett. 1999-ben Mestertanár Kitüntetést kaptam az Oktatási Minisztériumtól, mellyel több évtizedes témavezetői

tevékenységemen kívül OTDT szakmai bizottsági és 10 éves intézményi TDT elnöki munkámat is elismerték.

INTRODUCTION

Today there appears to be a contradiction between the never before experienced development of sciences and technology, and the scientific-technological education and knowledge of people who do not have a degree in these subjects. A number of attitude surveys indicate that the science subject is not among the favourites of students. Fewer students apply to study to be teachers of science and technology subjects, and the general knowledge of students still applying diminishes from year to year. Most teachers in higher education encounter this problem, and make efforts to find a solution. The most important objective of the teachers is to introduce their students into the process of acquiring the knowledge they need. The researchers of this topic emphasize the importance of continual learning during the entire semester, the regular supervision and objective evaluation of students' performance. They also examine how and with what efficiency various written, audio-visual and computerized teaching aids are applicable in various fields of higher education. They pay special attention to the practical instruction of the students.

Although the instruments and methods change from time to time, their major tasks and objectives remain the same: *The future teachers of physics are to be prepared for their chosen profession in a way that enables them to continually follow and meet the changing expectations in the curriculum. To that end, they should possess solid foundations in their subject major as well as in teaching methodology.* The independent work of the students is to be placed in the focus of our teaching and training work. We need to find the means and methods through which it is possible to provide our students with the necessary material in their subject major, and at the same time prepare them to be able to interpret and adapt the material for their work at school.

OBJECTIVES

At the threshold of the introduction of the two-level teacher training, it is not useless to collect and survey the well-established means and methods that are successfully applicable in training teachers of physics, regardless of the structural re-organizations of higher education. *In my thesis I am presenting means and methods that I have developed myself, and that I have also employed during the three decades that I have spent teaching students of physics at the college and that I still employ in the professional and methodological training of future teachers.* I intend to focus on up-to-date means and methods that ensure the independent work of students and that are well applicable today. In this way, I wish to contribute to expanding the professional-methodological knowledge of my prospective readers, the new generations of teacher trainers.

THESES

1. When introducing students to the world of *physical phenomena and their definitions*, the teacher is to consider a wide range of professional and didactic aspects in order to decide what means and experiments to show to the students, or to show an educational film, use the computer etc. Often a simple, home-made teaching aid is sufficient to carry out an experiment, but sometimes computer-aided, high precision instruments are required.

2. *It is possible to enhance the efficiency of the methodological training of students of physics* by introducing a *laboratory exercise book*, which improves the individual work of the students, and facilitates the regular supervision of their performance. *Micro teaching* sessions and *video training* prepare students for their future work in the classroom.

3. Students' study associations, clubs and competitions are important forums of *dealing with the gifted students*. Such organizations are efficient means of shaping and improving pupils' and students' attitude to science subjects.

METHODS

The material presented in this dissertation covers many areas. In working out the results of the practical experiments, empirical methods were used. With the research concerning educational development, the experimental data was obtained through interviews, surveys and the use of control groups.

PRESENTATION OF THE RESULTS

1. Experiments in classical physics

1. 1. Simple instruments for the study of motion

I designed a set of instruments for the study of rectilinear motion and the introduction of the concept of reference frames. The set includes a smoothly moving small cart and several accessories [1]. A pendulum with an attached brush is used for tracing the motion as well as measuring time. Uniformity is ensured by a controllable drill; uniform acceleration is achieved by using a weight hanging from a pulley. *The instruments provide a good means to practice curve fitting and error calculation.*

Another experiment is used to *introduce and develop the concept of reference frames*. An electromagnet fixed to the mast of a small cart in uniform rectilinear motion drops a ball by a post at a given moment; the ball falls through the hole in the cart and into a tray filled with flour under it, marking the point of impact.

1. 2. Study of motion with the V-scope

We studied the motion of several objects taking a sample every 20 ms with the V-Scope system, which measures position to the 0.1 mm level via small transmitters attached to them. *We used rails or an air-cushioned table for the experiments* whenever possible. The V-Scope system recorded the space and time coordinates and produced motion track. Further fitting and plotting was done with *a program written by myself*. The track was fitted with a straight line and velocity vectors, change of velocity vectors, momentum vectors, of momentum vectors were plotted. With the experiments we verified the laws governing several types of motion (uniform rectilinear motion, uniform acceleration in a straight line, oscillation, motion of a pendulum, free fall, collisions) and proved momentum conservation in two-body interactions. With this latter series of experiments the concept of mass can also be introduced [2, 3, 4].

1. 3. Forces in dielectrics

Electrostatics can be taught graphically by demonstrating attractive and repulsive interactions. I designed an experiment capable of showing both effects. *I studied the interaction of an electrically charged metal ball and neutral thermosetting dough in several media with different dielectric constants. I demonstrated attraction in air, carbon tetra chloride and alcohol; repulsion in water* [5].

1. 4. Physics phenomena on video tape

Some topics in physics have many related time-consuming experiments, but there is no time for all of them in the classroom. In these cases it is worthwhile to record the experiment on tape and cut as necessary to shorten demonstration time.

I created four educational videos, which can be used in the classroom as well as for individual home study. The videos were presented at several physics forums and are actively used at varied levels of education.

The film *Chemical Effect of Electric Current* introduces the related basic concepts by following the electrolysis of common salt and demonstrating the ongoing processes with computer animation. Then it shows the principle of electroplating and the functioning of metals dipped into the aqueous solution of their own salts via the electrolysis of copper sulphate solution [6]. The films *Thermo Effect of Electric Current* and *Electric Current and the Magnetic Field*

exhibit classic experiments. The creation of which is justified by the large number of related experiments and visibility problems. Another tape introduces the concept of *Surface Tension* while investigating the functioning of soap film, water, cocoa, oil and mercury. The narrative explanation is complemented by computer animation. The creation of this film is justified by the fact that the experiments related to surface tension do not always succeed in the classroom. Soap films are sensitive to temperature, sudden movements, air flow and are only spectacular when light is reflected from the surface into the spectator's eyes.

1. 5. Electromagnetic playground for students and teachers

In practical classes I tend to assign students tasks which amount to more than just bringing to light lexical knowledge; rather than that, students use their knowledge to solve problems unfamiliar to them. I placed 11 experiments from the area of *electromagnetism* inside and on the surface of *black boxes*. If the devices within the box change their state, that will cause a change of state of the devices outside the box as well. It is from these changes that the students have to deduce "What is in the black box?"

2. Means and ways developed for the methodological training

2. 1. Laboratory exercise book for the methodological laboratory

The methodological subjects constitute the bridge between college students' theoretical and practical subjects. It is during studying methodology that students first make efforts to solve certain teaching problems. One of the most important activities of a teacher of physics is experimenting, in which all students are supposed to acquire advanced skills. In order to assist them in their acquisition of these skills, I have prepared a *laboratory exercise book*, which contains abundant material in experimenting, facilitates students' individual work, and also contains methodological and laboratory safety instructions and rules. It also serves as a book of records of laboratory work, and is suitable for the evaluation of the work of the students. The major tasks are arranged into a system of columns:

Description of experiment	Objectives	Equipment	Observation aspects	Experience	Remarks
---------------------------	------------	-----------	---------------------	------------	---------

So as to check the efficiency of the exercise book, I organized a *control-group experiment*. The data thus gathered afforded the following conclusions: **1.** The group using the exercise book achieved considerably better results at the column "Experience," requiring real experimenting activities, at columns "Objectives" and "Remark" that call for careful preparations, individual thinking and ideas. **2.** The performance in the group using the exercise book increased almost steadily from week to week. **3.** The performance of the experimental group was significantly better at the columns "Experience" and "Remarks" at mechanical, thermal and electrical experiments. **4.** Members in the experimental group proved to be more efficient at thermal experimenting than at mechanical and electrical tests. **5.** At both groups a convincing correlation was observable between their performance at mechanical and thermal experiments and the mark they acquired at the end of their mechanical and thermal laboratory practice seminars [7].

2. 2. Complex methodological experiments

At the laboratory seminars we select means and methods that also contribute to the shaping and improving the teaching competence of the students, in addition to relaying professional and methodological knowledge and skills to them: **1.** Student's presentations at the seminars, addressing major professional and methodological issues. **2.** Demonstration experiments. **3.** Micro teaching sessions. The activities of individual students are recorded on video, and their recorded performance is discussed and evaluated, using the *assessment sheets* that I compiled for this purpose. Assessment sheets have been produced for the analysis of the following activities: *Demonstration experiments; micro teaching with instruction by the teacher, for processing new information; micro teaching for experiments conducted by students.* With these methods and means it is possible to obtain information about the professional and meth-

odological skills of students, how well they are able to conduct experiments and it also improves students' self-evaluation. The methodological skills of the students in the same group improve, they practice work in front of an audience, skill in putting forward their own arguments in a debate also develop [10].

2. 3. "Physical Methodological Workshop"

I conduct a video training supported elective course at the Department of Physics of the College of Nyíregyháza. Our objective is teaching students how to prepare for and deliver lectures to make *physics a popular science*. At the seminar students learn and practice the basics of popularizing physics as a science. During the classes of the elective course, students learn how to make arrangements for and carry out experiments, and how to display their materials in simultaneous with speaking to their audiences continually.

3. Dealing with the gifted students at the College of Nyíregyháza

For decades, our department has been a host and organizer of *camps and clubs for elementary school pupils*, who learn there how to carry out experiments. Similarly, we have long been organizers of *competitions* for decades. I prepared an *exercise book* for the participants, and a *manual* for the leaders of these clubs and camps. The exercise book encourages pupils to do individual work (preparing and assembling instruments, experimenting, measuring, making notes, analysing). The students of the department who participate in study circles have been invited to work as leaders of the summer camps and as facilitators of the county competitions in physics. It has been found as a good introduction before they began their field practice work at the practice school of the college [9].

With the support of KOMA II fund, we developed a special program for *gifted secondary school students* that introduced students into the knowledge and skills of physics they needed if they wished to start a career in this field: **1.** a special programme for those who intend to study to be teachers of physics, and **2.** a special programme for those who wish to go to a technical college or university.

Our students in the special study circles are involved in the professional and methodological research going on at our department. With my supervision they produce instructional films, computer software, exercise books for the study associations. Furthermore, they conduct surveys, attitude analyses, and carry out comparative analyses of various instruments and experimenting methods, thus contributing to the advance of teaching physics. *I have been the supervisor of several theses that won awards at the National Conference of Study Circles (OTDK).*

UTILIZATION OF THE RESULTS ACHIEVED

The means and methods that I have developed and that are discussed in the thesis have been given a broad publicity, far beyond conference presentations in which they were introduced to the audience and the publications in which they have been described. The means and methods have been utilized as follows:

- The simple set of instruments for the study of moving objects were exhibited and got an honourable mention at the Meeting for Elementary School Teachers of Physics in Kaposvár in 1980. Several elementary schools ordered sets of it.
- The results of the measurements with the V-Scope were published both nationally and internationally; my students were awarded the second prize at the 36th National Student Science Competition (OTDK).
- The educational videos described in my thesis were evaluated at physics forums and are used in schools of every level. We sold 120 copies of them to various primary and secondary schools. Our students also loan them, correspondence students especially make good use of them.

- I presented the black boxes at Meeting for Elementary School Teachers of Physics in 1996. The Palace of Miracles loaned and displayed them for the academic year 2000/2001.
- The booklet titled "Workbook for the Methodological Laboratory Seminars" has been used at several colleges: College of Nyíregyháza, Károly Eszterházy College of Eger, Dániel Berzsenyi Teachers Training College, Szombathely, and Janus Pannonius University, Pécs.
- The video training material and the related evaluation sheets prepared for and used at the complex methodological field practice work and the elective seminar "Physical Methodological Workshop," have been introduced and presented at several domestic and international conferences. Also, these materials were discussed in several articles.
- The workbook for the study camps and clubs and the manual for the camp leaders were first published the Institution of Public Education of Szabolcs-Szatmár-Bereg County, to be circulated and used in the county, then its further improved and revised version was published by TYPOTEX Publishing House, for nationwide distribution.
- Six of my students participating in study circles won five awards at the national study circle competitions (OTDK). In 1999, I received the title of Master Teacher from the Department of Education, which was an acknowledgment of several decades of my activities as thesis supervisor, my membership in the National Scientific Council of Students and the 12 years I spent as Chairperson of the Scientific Council of Students at the College.

WORKS RELATED TO THE THESIS

- a) Publications in abstracted professional journals: 10
- b) Other publications: 11
- c) Books, manuals: 9
- d) Revised educational videos: 4
- e) Award-winning study circle papers: 5
- f) Conference talks and publications: 16

A TÉZISEKHEZ KAPCSOLÓDÓ MŰVEK

a) Referált folyóiratokban megjelent közlemények

- [1] **Erlich Ferencné** :*Kiskocsis kísérletek az általános iskola 8. osztályában* – A Fizika Tanítása, Budapest, XX. évf., 1981/3. p. 83-86.
- [2] **Katalin Bogdán**: *Das V-Scope, ein vielseitiges Meß- und Demonstrationsgerät – Arbeitsweise und Verwendungsmöglichkeiten des V-Scope-Systems* – Physik in der Schule, Berlin, 36. évf. 1998/4. p.138-140.
- [3] **Katalin Bogdán** – Judit Darai – András Demény: *Experimentelle Einführung der Begriffe “Masse” und “Impuls” mit dem V-Scope* – Physik in der Schule, Berlin, 36. évf. 1998/4. p.182-183.
- [4] **Erlichné Bogdán Katalin** – Dede Miklós⁺ – Darai Judit – Demény András: *Mozgó testek vizsgálata V-scope-val* – Fizikai Szemle, Budapest, LV. évf. 2005/6. p. 213-218.
- [5] **Katalin Bogdán**: *Elektrische Kraftwirkungen in flüssigen Dielektrika* – Physik in der Schule, Berlin, 37. évf., 1999/6. p. 412-413.
- [6] **Erlichné Bogdán Katalin**: *Az elektromos áram kémiai hatása videofilmen* – AV-kommunikáció, Veszprém, 28. évf. 1991/3-4. p.152-153.
- [7] **Erlichné Bogdán Katalin**: *Laboratóriumi munkafüzet a fizika szakos tanárjelöltek szakmódszertani képzésében* – Felsőoktatási Szemle, Budapest, XXXVII. évf., 1988/3., p. 167-174
- [8] **Erlichné Bogdán Katalin**: *Mikrotanítási gyakorlatok a tanulók kísérletező munkájának vezetésére* – Felsőoktatási Szemle, Budapest, XXXVIII. évf. 1989/11. p.659-665.
- [9] **Erlichné Bogdán Katalin**: *Szakköri munkafüzet és szakkörvezetői kézikönyv a tehetséggondozás szolgálatában* – A Fizika Tanítása, Szeged, II. évf. 1994/ 5.
- [10] **Erlichné Bogdán Katalin**: *Gyakorlatra orientált fizika módszertani képzés a Bessenyei György Tanárképző Főiskolán* – Iskolakultúra, Budapest, IV. évf., 1994/14. p. 29-35.

b) Egyéb közlemények* : 11 db.

c) Könyvek, jegyzetek* : 9 db.

d) Lektorált oktatófilmek* : 4 db

e).Díjazott diákköri dolgozatok* : 5 db.

f) Konferencia előadások és közlemények* 16 db.

* A dolgozathoz mellékelt publikációs jegyzékben részleteztem.