



Nicole Poppe

Silvija Markic

Ingo Eilks

# TEHNICI EXPERIMENTALE ȘI ECHIPAMENT CU COST REDUS ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR NATURII

*Ghid pentru profesorii disciplinelor reale*





**TEHNICI EXPERIMENTALE  
ȘI ECHIPAMENT CU COST REDUS  
ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR NATURII**

**Ghid pentru profesorii disciplinelor reale**

**Nicole Poppe,  
Silvija Markic,  
Ingo Eilks**



**Chișinău - 2012**

37.016.046:5

P 84

Ghid pentru profesorii disciplinelor reale elaborat în cadrul proiectului SALiS

**Traducere:** Alexei CHIRDEACHIN, doctor, lector superior

**Adaptare:** Lilia POGOLȘA, doctor, conferențiar universitar

Nicolae BUCUN, doctor habilitat, profesor universitar

Ion BOTGROS, doctor, conferențiar universitar

Crenguța SIMION, lector superior

Elena PRUNICI, lector superior

**Redactare:** Stela LUCA

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Poppe, Nicole

Tehnici experimentale și echipament cu cost redus în  
predarea științelor naturii / Nicole Poppe, Silvija Markic, Ingo  
Eilks; trad.: Alexei Chirdeachin. – Ch. : Print-Caro, 2012. – 40 p.

Bibliogr.: p. 37-40 (73 tit.). – 100 ex.

ISBN 978-9975-56-041-2.

37.016.046:5

P 84

© Nicole Poppe, Silvija Markic, Ingo Eilks

Universitatea din Bremen – Institutul Didacticii Științelor Naturii

**Elaborat în cadrul Proiectului TEMPUS al UE: SALiS - *Student Active Learning in Science***

##511275-TEMPUS-1-2010-1-GE-TEMPUS-JCPR (Agreement, 2010-33821/001-001)

ISBN 978-9975-56-041-2.

## PREFAȚĂ

În perioada anilor 2010-2012, în cadrul programului *Tempus*, UE a susținut financiar zece instituții-parteneri din șase țări angajate în proiectul SALiS. Sînt implicați în proiect parteneri din Georgia, Germania, Irlanda, Bulgaria, Republica Moldova și Israel. SALiS înseamnă *Student Active Learning in Science* (Implicarea activă a elevului în procesul de studiere a științelor naturii).

Scopul proiectului este promovarea educației științifice moderne și susținerea unui proces instructiv activ, bazat pe experimente și cercetare în domeniul științelor naturii (*Fizică, Biologie, Chimie*). În această ordine de idei, în contextul programului SALiS se preconizează dezvoltarea formării continue a profesorilor disciplinelor reale. Se prevede și elaborarea materialelor didactice în sprijinul procesului de formare continuă în vederea realizării obiectivelor menționate anterior.

Publicația dată este un ghid ce prevede utilizarea unor diverse tehnici experimentale cu cheltuieli reduse în predarea științelor naturii. Aceste tehnici permit utilizarea echipamentului pentru experimente și utilizarea substanțelor chimice într-un mod econom. Materialele necesare pot fi achiziționate în supermarketuri, magazine de tehnică electronică, farmacii sau magazine zoologice. Ele pot fi găsite oriunde și de aceea sînt disponibile la un preț foarte mic. Tehnicile menționate contribuie, de asemenea, la reducerea deșeurilor și la siguranța efectuării experimentelor (diminuînd potențialul pericol), dar și la creșterea calității componente experimentale a procesului de instruire în domeniul științelor naturii, bazate pe cunoștințele teoretice ale elevilor.

În acest context vă dorim mult succes în implementarea și utilizarea tehnicilor experimentale avantajoase în formarea cadrelor didactice în predarea disciplinelor reale.

**Marika Kapanadze și Ingo Eilks**  
(Coordonatori ai Proiectului SALiS)



## CUPRINS

Preliminarii .....	p. 5
I. Realizarea experimentelor prin utilizarea substanțelor și ustensilelor cu prețuri reduse în vederea poluării minime a mediului .....	p. 8
II. Experimente cu materiale medicale și acvaristice .....	p.10
III. Experimente cu cutii Petri și cu plăci pentru picături .....	p.15
IV. Experimente cu obiecte de uz casnic .....	p.17
V. Experimente cu vase din plastic .....	p.20
VI. Unitățile comerciale de construcții ca sursă de materiale pentru experimente .....	p.22
VII. Utilizarea dispozitivelor electronice în scopuri experimentale .....	p.25
VIII. Posibilități alternative de reducere a costurilor pentru investigații cantitative .....	p.28
IX. Utilizarea materialelor de uz casnic în scopuri experimentale .....	p.30
X. Modalități de reducere a costului în cadrul experiențelor la biologie .....	p.34
<b>Bibliografie</b> .....	p.37

## PRELIMINARII

Experimentele se numără printre metodele fundamentale de gândire și de activitate în domeniul științelor naturii (Eilks et al., 2004). Realizarea cercetărilor în domeniul științelor naturii și ale tehnicii sînt imposibile fără experiment. Postulatul dat este valabil atît în cazul științelor naturii, precum și pentru ulterioarele demersuri în inginerie și industrie. Din acest motiv, experimentul este parte integrantă a științelor educației (Ferdinand, 2007).

Experimentul permite ca activitatea didactică în sfera științelor naturii să fie concepută corect. Elevii studiază anumite domenii ale științelor, învață să pună întrebări și să formuleze ipoteze, iar pe calea experimentului și a observației să obțină răspunsuri (Eilks et al., 2004).

Experimentul ajută, de asemenea, la dezvoltarea gândirii și a abilităților manuale, contribuind la însușirea teoriei abstracte prin intermediul rezolvării problemelor practice (Bradley, Durbach, Bell & Mungarulire, 1998). Experimentul în domeniul științelor naturii are o valoare în sine, contribuind la sporirea gradului de motivare în activitățile didactice (Kranz, 2008).

Experimentul în didactica disciplinelor reale implică totdeauna anumite cheltuieli. Într-un auditoriu cu 30 de elevi consumul materialelor se ridică substanțial, fiind condiționat de procesul de desfășurare a experimentului și a demonstrației lui. Achiziționarea seturilor de echipamente și aparate de laborator de asemenea presupune cheltuieli considerabile. Aparatele care au fost deteriorate trebuie să fie înlocuite la timp. Povara financiară suplimentară, cu toate acestea, vizează nu doar echipamentul necesar, ci și consumul substanțelor chimice. În timpul experimentelor elevii au nevoie de substanțe chimice și materiale - prevăzute pentru fiecare temă, iar deșeurile obținute trebuie să fie reciclate tehnologic în mod adecvat. Faptul acesta, de asemenea, implică cheltuieli. Însă nu este vorba doar de costul experimentului propriu-zis. Chiar și generarea de deșeuri, indiferent de cost, este un efect secundar inconvenient al unor experiențe la orele de chimie, astfel, atingîndu-se rapid limitele tradiționale de experimentare. Or, bugetul preconizat pentru orele de științe ale naturii este mic, totodată acceptîndu-se și riscurile, și restricțiile normelor de securitate. Echipamentele tradiționale de laborator sînt tot mai puțin disponibile în școli, ceea ce nu exclude însă necesitatea realizării experimentului în procesul didactic (Bradley et al., 1998). În acest context se creează piedici suplimentare în desfășurarea experimentelor clasice folosind tehnicile tradiționale aferente. Trebuie să conștientizăm faptul, că orice experiment este întotdeauna supus unor riscuri. Aceasta se referă, în special, la experimentul chimic tradițional. Obendrauf (2006) menționează, că chiar și sticla simplă, în cazul spargerii poate fi o sursă potențială de pericol, nemaivorbind de reactive. Astfel, se observă creșterea riscurilor, în funcție de echipamentele laboratorului și de spațiu.

În aceste circumstanțe echipamentul cu cost redus poate constitui o alternativă pentru cel tradițional. El prevede nu doar înlocuirea echipamentelor costisitoare cu cele ieftine, când este posibil, dar și utilizarea în experimente a materialelor și a substanțelor din viața cotidiană disponibile pe scară largă. Astfel, simplitatea și exactitatea în utilizarea echipamentelor este un aspect-cheie al acestui principiu (Swan, 2005). Economii în costuri se obțin prin utilizarea unor echipamente și produse chimice experimentale alternative (Bradley et al., 1998). Totodată, echipamentele și substanțele chimice periculoase sînt înlocuite cu alternative mai inofensive.

Ca sinonim pentru noțiunea de cost redus este des folosit conceptul de acces deschis în experimente. Accesul deschis este definit ca „o încercare de a utiliza obiecte sau dispozitive din viața cotidiană cu o altă destinație decît cea inițială/ directă” (Eckert, Stetzenbach & Jodl, 2000). Alte definiții vizează posibilitățile de a desfășura experimente fără folosirea echipamentelor speciale. O altă definiție pune semn de egalitate între noțiunea de cost redus și cea de acces deschis: „Efectele uimitoare, inteligente și memorabile inițiate fără mari cheltuieli materiale și fără echipament, constituie idealul experimentului cu acces deschis” (Kircher, Girwicz, Häußler, 2001, pag. 283). Astfel, strategiile de reducere a costului/ accesul deschis transformă experimentul într-o activitate cu totul deosebită. Una dintre tehnicile importante, în special în chimie, este cea de a reduce produsele chimice utilizate. Bader (2003) susține ideea durabilității în practica experiențială în cadrul orelor de chimie. Durabilitatea, în acest context, presupune ca efectuarea experimentelor și reciclarea tehnologică a deșeurilor obținute trebuie să fie realizate în condiții nepericuloase pentru mediul ambiant. Modul optim de a economisi resursele și de a evita problemele reciclării deșeurilor este folosirea a cît mai puține substanțe chimice toxice și periculoase. Astfel, deja în anii 1980 a fost dezvoltată abordarea de microscară în chimie (Singh & Szafran, 2000): „Asigurîndu-se condiții de siguranță pentru mediul ambiant și de prevenire a poluării, se prevede utilizarea în condiții de laborator a vaselor din sticlă mici și reducerea considerabilă a volumului de substanțe chimice” (Singh, Szafran & Pike, 1999, pag. 1684).

Astfel experimentele realizate sînt menite să atenueze problemele remedierii deșeurilor. Experiențele ar trebui să reducă pericolul potențial existent în folosirea materialelor prin utilizarea unui volum cu mult mai mic de substanțe chimice (Wood, 1990). Echipamentele și substanțele sînt înlocuite în măsura în care exactitatea datelor obținute nu este afectată (Black & Lutz, 2004). Astfel, această abordare oferă următoarele avantaje (Pike, 2006):

- reducerea costurilor produselor chimice;
- reducerea costurilor de dezafectare și de reciclare;
- reducerea contactului potențial cu substanțe toxice;
- diminuarea riscului de accidentare;
- durata mai mică a reacției;

- reducerea timpului de încălzire și răcire;
- reducerea spațiului necesar pentru depozitarea substanțelor chimice;
- protecția calității aerului în laboratoare.

**Tabelul 1.1. Clasificarea metodelor experimentale în dependență de cantitățile substanțelor chimice (Pfeifer et al., 2002)**

Metoda	Cantitatea de substanțe chimice utilizate	
	Solide	Lichide
Macrotehnică	>0,1 g	>5 ml
Semimicrotehnică	0,01-0,1 g	0,5-5 ml
Microtehnică	0,001-0,01 g	0,05-0,5 ml
Ultramicrotehnică	<0,001 g	<0,05 ml

Această abordare permite, experimentului obținerea unei cantități mai mari de substanțe ca rezultat al experimentelor din mai puțini litri sau grame (Singh & Szafran, 2000).

În acest context, se presupune trecerea de la tehnica *macro* la cea de *semimicro*, *micro* sau *ultramicro* (Pfeifer et al., 2002). În principiu, pentru predarea disciplinelor reale în școală sînt binevenite tehnicile *micro* sau *semimicro*. În general, reducerea cantității de substanțe chimice utilizate într-o serie de experimente în baza principiului de microscară este mai rapidă de 10 ori, iar reducerea factorului material-financiar pînă la 100 de unități (Singh, Szafran, 2000), ceea ce se referă atît la experimentul propriu-zis, cît și la generarea deșeurilor în urma acestuia. În consecință, experimentele în laboratoarele universitare și industriale devin mai nepericuloase, ecologice și rentabile. Astfel, principiul costului redus, după Latzel (1989), asigură ca desfășurarea experimentului în cadrul predării disciplinelor reale să nu eșueze din cauza unui cost ridicat. Acest lucru nu vizează cantitatea de substanțe chimice, ci realizarea experiențelor prin utilizarea echipamentelor de laborator cu cost redus și a materialelor pentru experiment achiziționate din bugetul școlii, cum ar fi oale, borcane, boluri sau sticle de plastic vechi. Pot fi menționate și materialele de uz medical de unică folosință, acvaristice, elemente de tehnică electronică. După Top (2004), principiul costului redus permite reducerea la minimum a utilizării echipamentului și a materialelor și o creștere a eficacității de două ori, astfel încît oportunitățile de realizare a experimentului să devină mai flexibile. Avantajele folosirii dispozitivelor alternative descrise de Schwarz și Lutz (2004) și Wood (1990) sînt prezentate în continuare:

- costuri reduse prin utilizarea materialelor de uz medical, industrial-tehnic și electronic folosite în viața de zi cu zi;
- disponibilitatea de materiale în cantități mari, ceea ce permite realizarea tuturor tipurilor de experimente;
- riscuri reduse în comparație cu aparatele de sticlă, micșorîndu-se riscul de traumatizare;



- micșorarea timpului necesar pentru pre- și post-procesare pentru cadrele didactice;
- creșterea mobilității, deoarece dispozitivele pot fi transportate fără restricții și dispariția necesității de laboratoare speciale dotate cu echipamente inutile;
- efectuarea experimentelor în condiții casnice.

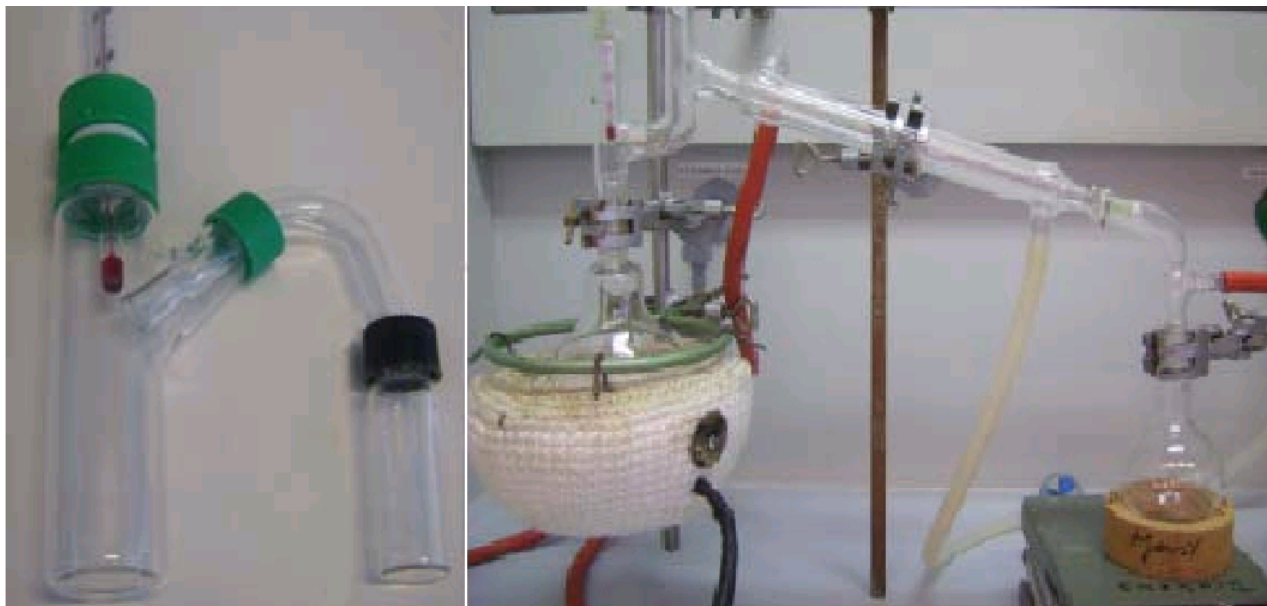
Asemănător echipamentelor de laborator, în experimente se pot utiliza și substanțele de uz casnic: alimente, detergenți, produse chimice din bucătărie și garaj. Substanțele pot fi procurate la supermarket, magazin, farmacie etc. Este cu mult mai ieftin a le cumpăra, precum și a le transporta. În plus, a avea de a face cu astfel de materiale este mai motivant, deoarece se presupun substanțe cunoscute în viața de zi cu zi. În general, principiul costului redus descris anterior poate fi util pentru elevii activi în scopul încurajării învățării prin intermediul desfășurării experimentului științific (Joling, 2006).

## **I. REALIZAREA EXPERIMENTELOR PRIN UTILIZAREA SUBSTANȚELOR ȘI USTENSILELOR CU PREȚURI REDUSE ÎN VEDEREA POLUĂRII MINIME A MEDIULUI**

În anii 80- 90, perspectiva efectuării experimentelor de proporții mici s-a extins mai întâi în învățământul universitar. Principiul microproporției a facilitat desfășurarea experimentelor (du Toit & du Toit, 2006). Pentru aceasta a fost oferit un set de dispozitive din sticlă. În baza principiului menționat au putut fi efectuate reacții în cantități mici corespunzătoare spațiului prevăzut. Aceste experimente au fost descrise astfel încât să poată fi aplicate și în cadrul învățământului școlar. Drept exemple pentru experimentele de proporții mici pot fi menționate seturile Williamson, ACE-microscală, sistemul Chem-Pro, microeprubetă modulară de Baumbach sau mini-laborator (Lies Esarfe, 1991), dar și mini-laboratorul (Zinsser-Analytic, 2011). Un astfel de mini-laborator conține o varietate de tuburi cilindrice de reacție cu fund plat având o capacitate de 24 ml. Datorită fundului plat este posibil ca substanțele chimice să fie turnate direct fără a fi necesare standurile și stativele speciale. Conexiunile între diferite recipiente sînt efectuate prin intermediul șuruburilor de cuplare, utilizarea lor fiind foarte simplă. De asemenea, vor fi necesare niște blocuri de metal pentru încălzire sau un termometru adecvat (Schallies, 1991).

Funcționarea mini-laboratoarelor poate fi ilustrată prin următorul exemplu. Comparînd aparatul de distilare tradițional cu unul de mini-laborator, observăm că cel din urmă presupune folosirea unui vas de distilare cu capacitatea de 24 ml, pe cînd Schallies și Schilling (1991), propun distilarea unui volum de 10 ml de lichid. Dintr-un astfel de volum de vin se poate distila pînă la aproximativ 1 ml de alcool. În acest caz costurile de experiment sînt ne semnificative. Pentru aparatele tradiționale de distilare de obicei este nevoie pînă la 200 ml de lichid

introdus în balonul de distilare. Astfel, se reduce de 20 de ori atât cantitatea de substanțe chimice utilizate cât și deșeurile generate.



*Figura 2.1. Aparat de distilare din mini-laborator și echipamente din laboratoare tradiționale*

Abordarea de tip microscară aduce nu doar beneficii. După cum menționează Singh și Szafran (2000), trebuie luate în considerație orice reduceri ale cheltuielilor mari. În afară de aceasta, pentru transformarea unor materiale de laborator este nevoie de un capital inițial special. Costul echipamentelor de laborator, în conformitate cu principiul de microscară, ar fi aproximativ de 120 € pentru un experiment (Sigma-Aldrich, 2011). Costurile de achiziție pe termen lung pot fi compensate prin costuri reduse la substanțele chimice. Singh și Szafran (2000) susțin că investițiile necesare pentru treapta universitară pot fi compensate în termen de la 6 luni la 2 ani, în funcție de caracterul activităților didactice. Cu toate acestea, la început ponderea investiției este substanțială, piesele deteriorate urmînd să fie substituie. Astfel, în ultimii ani s-a început căutarea unor alternative mai ieftine a seturilor comerciale utile pentru experimentele de proporții mici, combinîndu-se ideea abordării la micronivel cu principiul costului redus și schimbîndu-se echipamentele experimentale din sticlă cu cele alternative mai puțin costisitoare, fabricate adesea din material plastic. Ele sînt mai ieftine și pericolele de spargere sînt mai mici. Drept exemplu, putem menționa „Setul inițial de microcercetare RADMASTE” de Bradley (2006), folosit mai întîi în sudul Africii. Acest set este utilizat în diferite versiuni disponibile, de exemplu, ca „Set inițial de microcercetare RADMASTE”, „Microsetul de bază RADMASTE pentru chimie”, „Set RADMASTE pentru biologie” și multe altele (*Figura 2.2*; The-Radmaste-Microscience-System, 2010).

Ca și în ofertele disponibile pe piață astfel de seturi pot fi combinate de către profesori. Pentru reacții la scară mică se pot potrivi de asemenea și cupe Eppendorf, pahare, capace etc. Conexiuni și tranziții de acest tip pot fi împrumutate dispozitivele utilizate în medicină sau acvaristică, exemple dezvoltate în capitolele următoare.



Figura 2.2. *Set inițial de microcercetare RADMASTE* (Imaginea: [www.radmaste.org.za](http://www.radmaste.org.za))

## II. EXPERIMENTE CU MATERIALE MEDICALE ȘI ACVARISTICE

O problemă comună pentru experimente la orele de chimie este costul înalt al echipamentelor, precum și durata unui experiment. Dispozitivele folosite în experimente sînt adesea fabricate din sticlă. Ele sînt scumpe și se pot deteriora ușor. Prin urmare, ele prezintă un potențial pericol pentru elevi și trebuie să fie înlocuite, mai mult decît atît, distrugerea lor după scoaterea din uz este foarte costisitoare (von Borstel, Boehm, 2004). O alternativă pentru dispozitivele de laborator tradiționale poate fi o varietate largă de echipamente medicale sau acvaristice. Seringile, acele, robinetele, tuburile de perfuzie și pungile de perfuzie sînt produse în cantități mari pentru medicină. Ele sînt necostisitoare. Totuși, setul de furtunuri, pompe de distribuție și de acvariu oferă o varietate de aplicații pentru experimentele științifice și deseori sînt fabricate din plastic și cauciuc, fiind datorită acestui fapt mai rezistente. Mărimea lor este de multe ori adecvată pentru experimentare la micronivel. Dispozitivele de uz medical sînt binevenite mai ales pentru experimentele cu lichide și gaze, fiind deseori elaborate pentru administrarea și distribuirea de lichide. Există sisteme speciale de conectare, bunăoară sistemul Luer sau Luer-Lock (*Figura 3.1*).

Aceste sisteme au apărut pentru combinații individuale de produse medicale. Cele două elemente de cuplare sînt de obicei indicate ca „donator – acceptor”. După principiul lui Luer piesele sînt conectate, pe cînd principiul

Luer-Lock presupune un sistem suplimentar de șuruburi pentru a conecta dispozitivele (Brand, 2010; *Figura 3.1*).



*Figura 3.1. Conexiunea Luer-Lock*

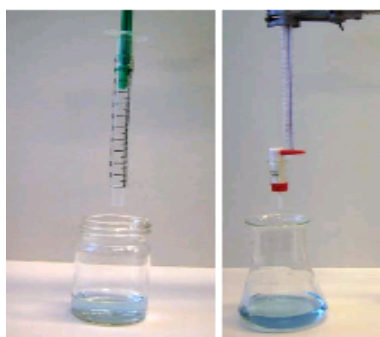
„donator”, care permit conectări ale unui grup de dispozitive mai versatili de seringi medicale de unică folosință (*Figura 3.2*).



*Figura 3.2. Adaptor. Sus: "acceptor – acceptor"; jos: "donator – donator"*

îndeosebi pentru dozarea cantităților mici de substanțe. ElMarsafy (2004)

propune utilizarea seringilor medicale de unică folosință și a pipetelor (*Figura 3.3*).



*Figura 3.3. Seringă de unică folosință și pipetă pentru titrare*

problema umplerii maxime poate fi soluționată. Pe de altă parte, este important de menționat faptul, că în procesul utilizării seringilor un volum minim rezidual

rămâne în seringă (*Figura 3.4*).

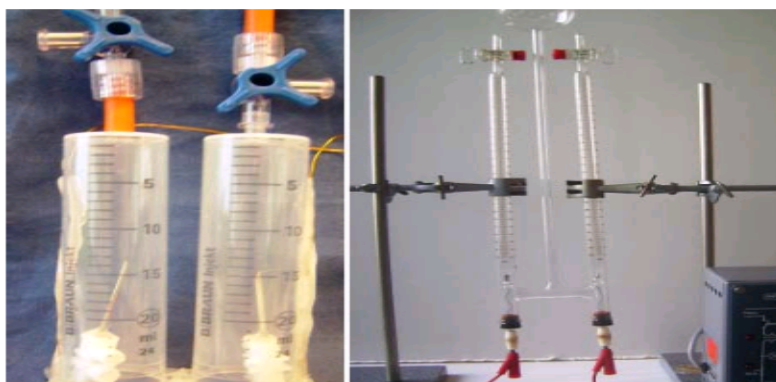


*Figura 3.4. Seringi cu inel simplu, dublu și fără inel de etanșare*

Folosirea seringilor depinde în mare măsură de natura sigilii. Ștampila de seringi este disponibilă cu sau fără șaibe. Seringile de unică folosință cu inel de etanșare sînt, de asemenea, divizate în cele cu sigilii simple și duble.

Posibilitățile de utilizare a seringilor de unică folosință sînt foarte diversificate. Von Borstel și Böhm (2006) propun utilizarea seringilor de unică folosință la aparatele de descompunere Hoffmann. În experimentul

cu cost redus descris, pot fi utilizate două seringi medicale de unică folosință într-un aparat de descompunere Hoffmann reconstruit. Aici, de seringile de unică folosință sînt legate canulele, folosite drept electrozi (*Figura 3.5*). Cele două piese cu trei căi scurte de tubulatură pot servi drept dispozitiv de eliminare a gazelor formate. Canulele-electrozi sînt conectate prin intermediul terminalelor de tip șurub cu fire din cupru, care la rîndul lor sînt conectate cu un acumulator plat pentru a începe reacția de electroliză. În varianta unui cost redus costul materialelor utilizate e de aproximativ 3 €, pe cînd aparatul de descompunere Hoffman e de aproximativ 70 € (NeubertGlas, 2011).



*Figura 3.5. Comparație dintre aparatul Hoffmann din echipamentele medicale și utilajele din sticlă*

Sinteza și captarea gazelor, după Obendrauf (2006), sînt bine organizate (*Figura 3.6*). Dispozitivele din sticlă tradiționale pentru gaze costă aproximativ 80 €/ aparat (Mercateo, 2011; NeubertGlas, 2011; Omicron, 2004). În cazul experimentului cu cost redus, după Obendrauf (2004; 2006), vor fi necesare doar un conductor de gaze, un tub de testare, o seringă de 2 ml de unică folosință fără inel de etanșare, mai multe seringi de unică folosință cu inel de etanșare dublă de 20 ml, două ace și un dop de cauciuc moale. Materialele și aparatele experimentale care urmează să fie achiziționate pot costa pînă la aproximativ 1.50 €/ unitate (Mercateo, 2011). Cele două canule cu dop de cauciuc moale perforat sînt plasate pe un tub de testare, iar seringile de unică folosință de 2 ml și, respectiv, una de 20 ml sînt plasate pe ace. Seringa de unică folosință de 2 ml este utilizată pentru a permite lichidelor să se scurgă în eprubetă, în timp ce este colectat gazul produs în seringă de unică folosință de 20 ml. În varianta costului redus sînt sintetizate mai multe gaze. În *Tabelul 3.1*. sînt prezentate unele exemple de acest tip.

*Tabelul 3.1. Posibilitățile de aplicare a gazelor ieftine*

Gaz sintetizat	Substanțe chimice în eprubetă	Lichid eliminat	Specificații
Gaz de clor	Pulbere de permanganat de potasiu	Acid clorhidric concentrat	A fost folosită seringă de unică folosință cu element de etanșare
Amoniac	Clorură de amoniu, granule de hidroxid de natriu, apă distilată	-	Eprubeta trebuie să fie încălzită pentru a începe reacția
Hidrogen	Granule de zinc, se diluează cu soluție de sulfat de cupru	Acid clorhidric concentrat	-

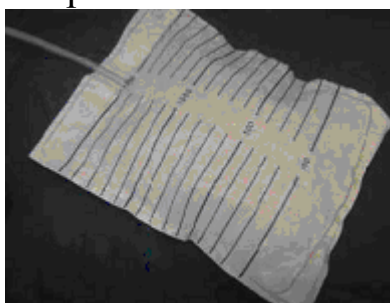


*Figura 3.6. Dispozitive cu cost redus pentru experimente cu gaze și echipamente tradiționale de laborator*

Este important că nu doar seringile de unică folosință, dar și canulele respective sînt folosite în experiment. Seringile de unică folosință au ace cu diferite dimensiuni disponibile. Diferența constă în lungimea și diametrul acului de injectare. Se conectează canulele prin care se efectuează legătura după principiul Luer cu cele 13 seringi de unică folosință de diferite mărimi. Acul canulei prezintă un potențial risc de rănire a elevilor. Prin urmare, înainte de experiment, acesta ar trebui să fie tăiat cu un tăietor de sîrmă. Important este să se atenționeze faptul, că nu trebuie să fie distrus canalul canulei.

Potrivit lui Brand (2010), pot fi oferite canule pentru o distilare și mai exactă. Dar Borstel (2006) și Böhm propun utilizarea de ace în loc de electrozi. Cel mai important este, că tuburile cu dopuri de cauciuc pot fi folosite cu lichid sau gaze într-un spațiu de reacție închis. Există, de asemenea, multe alte piese de echipament medical eficiente. Astfel, sacul de colectare a urinei (*Figura 3.7*) poate servi pentru colectarea lichidelor sau a gazelor, cu care să fie conectate tuburile și supapele (*Figura 3.8*). Brand (2010), von Borstel și Böhm (2006) demonstrează exemple de utilizare a acestor valve.

Astfel, aceste piese de echipament medical pot servi ca alternative la înlăturarea gazelor folosite în aparatele experimentale. De asemenea, sînt utilizate tuburile și sacii de la perfuzii. Tuburile de perfuzie servesc ca substituenți pentru dispozitivele tradiționale, pe cînd perfuzia și sacul de colectare a urinei sînt folosite la colectarea sau stocarea gazelor. Sistemele pentru lichide și gaze sînt destul de costisitoare. Drept urmare, echipamentele de laborator pot fi ușor înlocuite prin unele de alternativă din domeniul medicinei.



*Figura 3.7. Sac pentru colectarea urinei*



*Figura 3.8. Robinet medical*

Produsele medicale de unică folosință sînt utilizate în special pentru realizarea experimentelor cu cost redus necesită utilizarea unor truse speciale. Drept exemplu, poate servi trusa ChemZ, care este compusă totalmente din aceste materiale (von Borstel, 2009; *Figura 3.9*).

*Tabelul 3.2. Prețurile pentru articolele medicale de unică folosință*

Articolul	Volumul	Numărul	Prețul
Seringă de unică folosință fără elementul de etanșare	2 ml	100	2,09 €
	10 ml	100	4,54 €
Seringă de unică folosință pentru insulină	1 ml	100	12,18 €
	10 ml	100	9,86 €
Seringă de unică folosință, cu inel de etanșare	20 ml	100	13,64 €
	60 ml	60	26,03 €
Ace	-	100	1,36 €
Cateter triplu	-	1	0,95 €
Tub de perfuzie (0,75 m)	-	1	0,75 €



*Figura 3.9. Trusa pentru elevi ChemZ*

În trusa pentru elevi ChemZ poate încăpea un dispozitiv Hahn, avînd 15 conectări pentru seringi de diferite dimensiuni, opt - cu trei căi, două tuburi de prelungire, două sonde de umplere și decantare a lichidului, zece prize, un adaptor de blocare Luer și diverse accesorii. În farmacii, magazine on-line etc. sînt

disponibile diferite dispozitive medicale.

Comerțul acvaristic oferă variate alternative pentru experimentele științifice. Deosebit de utile aici sînt pompele, filtrele și setul de furtunuri. Pompele (*Figura 3.10*) sînt importante pentru acvariu. Ele au versiuni diferite, dar totdeauna sînt constituite dintr-o pompă și un filtru. Pompele sînt necesare



*Figura 3.10. Pompă pentru acvariu*

pentru a menține apa într-un acvariu și a-l curăța de particulele de impurități și reziduurile alimentare. Apa este absorbită, amestecată cu oxigen și pompată înapoi în acvariu. Acest mod de funcționare se potrivește și pentru experimentul științific realizat în școală. Pompele pentru acvariu sînt frecvent utilizate pentru a crea fluxul de aer, cum ar fi în timpul fermentării alcoolului în oțet sau în procesul de formare a drojdiei în condițiile anaerobe și aerobe. Există,

deopotrivă, diverse furtunuri, cleme și distribuitori utilizabile pentru canalizarea gazelor și a lichidelor (*Figura 3.11*).



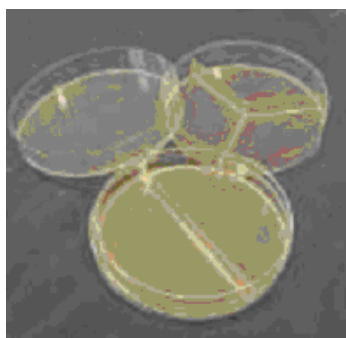
*Figura 3.11. Furtun pentru acvariu*

O amplă utilizare o sugerează Kappenberg (2011) în confecționarea unui cromatograf de gaze, folosind o pompă de acvariu și tubajele adecvate. Aici, pompa de acvariu pompează uniform gazul prin coloana situată într-un tub de plastic.

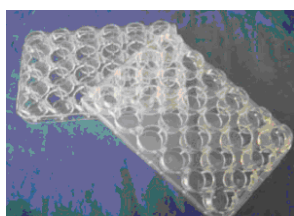
Ustensilele acvaristice sînt disponibile pentru livrare on-line. Costul unei pompe de acvariu este în jur de 10-15 €, a unui furtun de 2,5 m fiind aproximativ de 3 €.

### III. EXPERIMENTE CU CUTII PETRI ȘI CU PLĂCI PENTRU PICĂTURI

În domeniul științelor naturii multe experimente, care se desfășoară cu vase de sticlă sau cristal, pot fi realizate cu succes și cutiile Petri cu o cameră, două sau trei (*Figura 4.1*) sau cu ajutorul plăcilor din plastic pentru picături (*Figura 4.2*). Astfel, Schwarz și Lutz (2004) și KöhlerKrützfeld și Gruvberg (2000) le numesc plăci de conveniență (simple sau multiple), ca fiind plăci de reacție mici pentru experimente cu lichide și soluții. În acest caz se presupun plăci din plastic pentru picături cu mai multe depresiuni, care pot avea capacități diferite.



*Figura 4.1. Cutii Petri*



*Figura 4.2. Plăci pentru picături*

Inițial, plăcile de multiplă utilizare au fost folosite pentru diagnosticul medical sau în biochimie. Ulterior, plăcile din plastic au fost utilizate pentru prima dată la Universitatea din Beijing pentru microexperimente în domeniul științelor naturii. Chiar și „trusa pentru microchimie RADMASTE” (*a se vedea cap. II*) conține o astfel de placă cu 60 de depresiuni. După Zhou (2004), avantajul utilizării în experimente a unei plăci de multiplă utilizare rezidă în faptul că toate experimentele importante pot fi realizate și la un preț redus. Schwarz și Lutz (2004), printre alte avantaje enumeră și posibilitatea de a efectua experimente în paralel în mai multe plăci din plastic, procesele desfășurate și rezultatele obținute fiind imediat comparabile. Acest lucru este util mai ales pentru precipitații, modificarea culorii și reacțiile catalitice sau pentru experimentele electrochimice în serie. Utilizarea



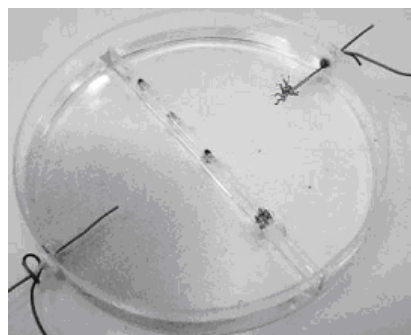
plasticului în loc de sticlă reduce riscul de rănire în cazul spargerii. Prețul plăcilor multiple de utilizare depinde de mărimea acestora. Astfel, prețul unei plăci cu depresiuni este de circa 6 € per bucată, în timp ce achiziționarea unei plăci cu 6 secțiuni va costa mai puțin de 2 € (Mercateo, 2011). Este important, însă, să fim atenți cu solvenții organici, deoarece aceștia pot deteriora plasticul.

Ca și în cazul plăcilor pentru picături, cutiile Petri din polistiren pot fi utilizate pentru experimente. 500 de cutii Petri cu o cameră pot fi procurate cu aproximativ 30 €, iar 500 de cutii Petri cu mai multe camere costă aproximativ 60 €. Prețul unei cutii Petri cu o cameră variază între 5 și 12 cenți. Cutiile Petri sînt mai ieftine, ușor de depozitat și mai practice, datorită materialului lor – comparativ cu dispozitivele similare din sticlă. Reacțiile de oxidare, de obținere a sedimentelor - sînt doar cîteva experimentee care pot fi efectuate cu ajutorul lor (Full, 1996).

Multe experimente efectuate în cutiile Petri pot fi deopotrivă realizate în plăci pentru picături. O cutie Petri cu o cameră are capacitatea de 12 ml, în timp ce una cu mai multe secțiuni are, respectiv, o capacitate mai mică. Plăcile pentru picături, în funcție de mărime, pot fi umplute maximum cu 5 ml. Cantitatea de produse chimice utilizate este mai mică în plăcile pentru picături. Cutiile Petri oferă mai multe posibilități. Astfel, cu capacul vasului Petri poate fi creat un spațiu închis, ceea ce permite să aibă loc un schimb de gaze între camere fără să intre în reacție cu mediul. Drept exemplu servește sinteza și detectarea dioxidului de carbon (Full, 1996). O cameră a cutiei Petri este umplută cu apă de var. În a doua cameră este introdusă o bucată de marmură, care intră în reacție cu acidul clorhidric (*Figura 4.3*).



*Figura 4.3. Sinteza și detectarea dioxidului de carbon*



*Figura 4.4. Electroliza de iodură de zinc*

Pe lângă cele menționate, cutiile Petri pot fi folosite pentru diferite investigații în condiții speciale. Bunăoară, este posibilă introducerea electrozilor în pereții exteriori și cei despărțitori, în scopul încălzirii pentru a realiza diferite experiențe. Drept exemplu poate servi electroliza iodurii de zinc (*Figura 4.4*).

Pentru experimentul dat se utilizează o cutie Petri cu două camere. Prin pereții exteriori ai celor două camere se introduce cîte o mină de creion ca substituenți ai electrozilor de cărbune. Electrozii sînt fragili, pereții exteriori ai cutiei Petri trebuie la început perforați cu un cui fierbinte și astfel acești electrozi pot fi fixați de pereți. Diafragma cutiei Petri cu două camere trebuie să fie de asemenea perforată în mai multe locuri cu un cui fierbinte, pentru a simula o membrană. Desigur, poate fi făcută peste peretele

despărțitor o punte de sare confecționată dintr-o bucată de hîrtie. Manipulările de tipul electrolizei cu iodură de zinc, de exemplu, sînt posibile numai în cutiile Petri.

În cele din urmă, este clar potențialul utilizării cutiilor Petri. Reducerea cantității de substanțe chimice în experimente devine din ce în ce mai dificilă. Cantitățile mici sînt greu observat de la distanță. Proiectarea reacțiilor chimice pe ecran poate elucida această problemă - dimensiunea vaselor Petri (Full, 1996). Datorita stabilității și transparenței lor bune, cutiile Petri pot oferi imagini generale proiectate. Proiectorul poate amplifica procesele de reacție în cutiile Petri pe un ecran de 2 metri. Demonstrarea unui experiment, sub forma de proiecție, este eficient pentru toate reacțiile în cazul în care există o modificare de culoare sau tulburare a soluției. Evoluțiile de gaz și de formare a precipitațiilor pot fi proiectate bine (Full, 1996). Un exemplu este precipitarea halogenurii de argint. O cutie Petri se umple cu apă distilată, în fața unei părți a ei se pune sarea și din altă parte, niște boabe de nitrat de argint. Difuzia duce la formarea de clorură de argint, care se reflectă (*Figura 4.5*).



În general, plăcile pentru picături și cutiile Petri pot fi folosite pentru diferite de experimente chimice în cadrul predării disciplinelor reale. Cutiile Petri, ca și plăcile pentru picături, sînt făcute din plastic, astfel este exclus potențialul pericol pentru elevi, cauzat de spargerea sticlei. Plăcile pentru picături au două avantaje esențiale față de cutiile Petri. În primul rînd, mult mai multe experimente pot fi efectuate în paralel. În afară de aceasta, avantajul lor constă și în capacitatea lor scăzută. Cutiile Petri, fără despărțitură, au un

volum de aproximativ 12 ml. Ele sînt mai mari decît plăcile pentru picături, dar mai mici decît vasele din sticlă. Volumul în fiecare cameră a cutiilor Petri este, respectiv,



*Figura 5.1. Ambalaje medicamente goale*

mai mic. Un avantaj incontestabil al cutiilor Petri, în comparație cu plăcile pentru picături, este în variabilitatea și posibilitatea proiectării proceselor de reacție.

#### **IV. EXPERIMENTE CU OBIECTE DE UZ CASNIC**

Materialele pentru experimentele în baza principiului costului redus, despre care s-a vorbit anterior, trebuie să fie achiziționate la un cost mic. Pentru experimentele chimice și fizice pot fi folosite și unele ambalaje goale, care constituie deșeuri în multe

gospodării. Este eficientă folosirea ambalajelor goale comprimate, sticle, cutii de conserve, pahare de plastic sau containere de produse cosmetice. Designul ambalajului comprimat (*Figura 5.1*) ar fi comparabil cu plăcile din plastic pentru picături prezentate anterior.

Posibilități analogice le oferă aceste pachete goale comprimate avînd aceeași destinație ca și plăcile multiple pentru picături. Odată ce folia de aluminiu este înlăturată de pe ambalajul medicamentului, sînt posibile toate experimentele de performanță, la fel ca și în cazul plăcilor pentru picături. Pachetele individuale de medicamente diferă ca mărime și formă, ceea ce permite folosirea mai multor depresiuni cu diferite capacități. Ca și în cazul plăcilor din plastic pentru picături volumul unui ambalaj comprimat individual este foarte scăzut, astfel încît ne putem limita doar la un volum minim de substanțe chimice.

Un exemplu de utilizare este crearea unei serii de deluări. Kruse-Özcelik și Schwarz (2004) propun o serie de deluări cu lapte, care ar permite elevilor să recunoască volumele în experiențele de măsurare. Experimentul poate începe cu întrebarea: „Cît de mult poate fi diluat laptele cu apă?”. 2 ml de lapte din prima cameră sînt diluate cu un agent. Transparența lichidului crește pînă cînd se vizualizează marcajul din partea de jos a camerei (*Figura 5.2*).



*Figura 5.2. Soluții diluate de lapte într-un ambalaj de medicamente*

Dacă unele experimente necesită vase cu un volum mai mare, ca alternativă ar putea fi întrebuițate și vase din sticlă (de exemplu - borcane, *Figura 5.3*), cutii de conserve (*Figura 5.4*), cupe de ceai sau cupe din plastic utilizabile ca recipiente pentru reacțiile chimice.



*Figura 5.3. Borcane pentru conservare*



*Figura 5.4. Cutii de conserve*

Dintre cutiile din diferite materiale se selectează cele ce corespund condițiilor experimentului dat. De rînd cu cele enumerate anterior, mai există și lăzi de diferite dimensiuni, care pot fi utilizate în funcție de necesitățile experimentale. Un vas oarecare poate fi o componentă a experimentului. De exemplu, cutiile de metal pot fi utilizate pentru a confecționa baterii, deoarece pereții lor pot fi utilizați ca electrozi. Partea exterioară se curăță, iar rezervorul se umple cu soluție de clorură de sodiu. Prin capacul cutiei se montează un electrod care se conectează cu un consumator sau cu un voltmetru. Pentru a închide circuitul, electrodul din grafit sau plumb conectat la consumator sau la voltmetru se cufundă în soluție (Schmitt Inger, 2011; *Figura 5.5*).



*Figura 5.5. Bateria din cutii de Cola*



*Figura 5.6. Arderea lumînării în borcan*

Să prezentăm încă un exemplu de aplicabilitate în experimente a vaselor din sticlă. Utilizînd un borcan gol de gem și un alt vas, cu ajutorul unei lumînări, se poate demonstra că aerul este un amestec de gaze diferite (Ardley, 1997). În vas se pune un suport pentru lumînare, se toarnă apă în vas, se pune o lumînare și se aprinde. Apoi borcanul gol se plasează cu atenție peste lumînarea aprinsă, încît nivelul apei să nu ajungă la flacără (*Figura 5.6*). Flacăra se stinge înainte de a se epuiza stearina, deoarece în procesul arderii se consumă oxigenul.

Cutiile de produse cosmetice pot fi și ele utilizate pentru experimente științifice. Sticla goală de cremă poate fi folosită în mod similar cu alte sticle tradiționale, în timp ce cutiile goale pentru fard de ochi au aceeași destinație ca și plăcile din plastic pentru picături sau ambalajele de medicamente. Alte materiale cosmetice potrivite pentru experimente: pulverizatorul (de exemplu, pentru parfum sau spray nazal) sau pungile goale pentru gel de duș, pot fi utilizate pentru stocarea de gaze.

Aproape toate aceste materiale se întîlnesc în menaj ca deșeuri și pot fi, prin urmare, folosite gratuit în cantități suficiente pentru experimente. Cu toate acestea, în cadrul experimentării active, substanțele necesare pentru un număr anumit de elevi pot să fie insuficiente, astfel colectările ar trebui să fie efectuate în mod continuu pe parcursul unei perioade mai lungi. Pentru a participa la experiment, elevii vor colecta materiale de menaj.

## V. EXPERIMENTE CU VASE DIN PLASTIC

În capitolul anterior s-a discutat folosirea ambalajelor de uz casnic în experimentele chimice și fizice. Sticlele de plastic (*Figura 6.1*) sînt și ele potrivite pentru diverse experimente.

Wilke (1998a) susține că utilizarea și pregătirea sticlelor de plastic este o bună modalitate de a promova independența și a încuraja investigațiile experimentale ale elevilor. În fiecare gospodărie aceste sticle sînt un produs de deșeuri și, prin urmare, pentru experimente pot fi ușor colectate în cantități suficiente.

Wilke subliniază faptul că aceste obiecte, datorită proprietăților lor speciale, pot fi folosite ca instrumente experimentale, în special pentru predarea fizicii, evidențiind următoarele avantaje ale lor:

- Sticlele de plastic au diferite forme, mărimi și modele. Deaceia, alegerea poate fi determinată de echipamentele experimentale adecvate în dependență de cerințele respective;

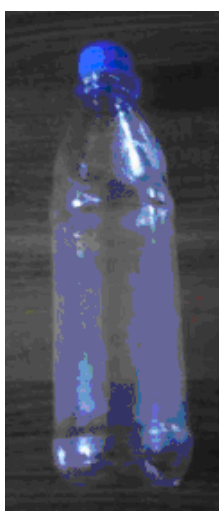
- Sticlele de plastic cu un volum mare asigură o vizibilitate bună. În mod special, transparența sticlelor de plastic asigură o vizibilitate bună a proceselor din interior care au loc în timpul unui experiment;

- Sticlele de plastic au o masă și grosime mică a peretelui, ceea ce permite o manevrare ușoară;

- Sticlele de plastic sînt rezistente și practic indistructibile. Vasele nu se sparg, ceea ce reduce riscul pentru elevi;

- Sticlele de plastic au o înaltă rezistență la comprimare. Datorită rezistenței la comprimare e posibil să se efectueze experimentele pneumatice și hidraulice, în pofida grosimii mici a peretelui sticlelor. Pe de altă parte, sticlele de plastic pot fi modelate de presiunea din exterior.

- Decisiv pentru utilizarea sticlelor de plastic în experimente este faptul că respectivul material poate fi ușor de preparat și manevrat. Sticlele pot fi folosite pentru cerințele concrete ale fiecărui experiment ce presupune modificări ca: retezare, găurire sau tăiere.



*Figura 6.1. Sticlă din plastic*

În general, se face o distincție între sticle de plastic cu pereți subțiri și groși. Sticlele cu pereți subțiri se pregătesc mult mai ușor, prin urmare sticlele cu pereți groși se pot utiliza în cazul în care nu este necesară o prelucrare specială a acestora (Wilke, 1998a).

Sticlele de plastic sînt folosite în diverse experimente. *Tabelul 6.1* oferă o privire de ansamblu asupra versatilității sticlelor de plastic în experimentele fizice (Wilke, 1998a 1998b, 1998c).

Tabelul prezintă doar o mică parte din posibilele experimente care pot fi realizate cu vase din plastic.

**Tabelul 6.1. Diverse experimente cu vase din plastic**

<b>Materiale necesare</b>	<b>Experimentul fizic</b>
Sticlă din plastic, paie elastice, adeziv, fir subțire pentru suspensie, vas din plastic	Demonstrarea Legii a treia a lui Newton
Dop perforat, furtun, două tuburi de sticlă	Barca „recul” pentru a demonstra forța de „acțiune” - „reacțiune”
O sticlă mare din plastic umplută cu nisip sau apă, un fir lung (suspendat de tavan)	Experiment pentru demonstrarea transformării energiei potențiale în energie cinetică
O sticlă din plastic mare, cu pereți subțiri cu fixator (umplută cu apă), piesă cilindrică termoizolantă, fixator	Scafandru artezian pentru demonstrarea transmiterii presiunii în lichide
Sticlă din plastic cu fixator, fir de cauciuc, perle, elice mică, agrafă de birou	Modelul unei bărci cu motor
Sticlă din plastic, ac, pîlnie.	Experiment pentru demonstrarea dependenței presiunii de înălțimea coloanei de apă.
Sticlă din plastic cu capacul găurit, dop de sticlă în formă de „U”.	Barometrul lui Goethe pentru măsurarea presiunii atmosferice.
Sticlă din plastic cu pereți groși, dinam de la bicicletă, cablu, bec.	Turbină eoliană cu ax orizontal.

Pentru a demonstra aplicabilitatea sticlelor de plastic în experimentul fizic, se aduc două exemple: roata Segner și construirea unei bărci cu motor. Potrivit lui Wilke (1998), pregătind o sticlă din plastic potrivită poate fi efectuat un experiment pentru a demonstra Legea a treia a lui Newton. După cum deja se indică în *Tabelul 6.1*, pentru aceasta este nevoie de o sticlă de plastic, un fir subțire pentru suspensie, paie elastice și adezivi. Pentru experiment, sticla de plastic trebuie să fie aproape de pământ și găurită cu găuri de 4 mm a 120 ° una de alta. În fiecare gaură se introduce câte un pai de băut, de lungime micșorată (*a se vedea Figura 6.2*), fiecare se fixează de sticla din plastic cu un adeziv și îndoite la 90 °.



*Figura 6.2. Paie în sticla din plastic*

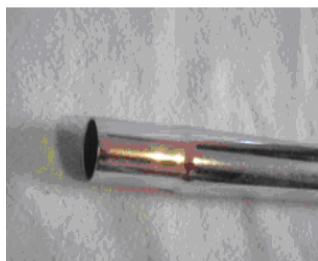
Pentru a demonstra principiul „acțiunii” – „reacțiunii”: o sticlă mare din plastic, fixată de plafon cu ajutorul unui fir, se umple cu nisip sau apă atît cît rezistă firul.

Materialele și ustensilele necesare pentru a demonstra transformarea reciprocă a energiei potențiale în cea cinetică sau pentru demonstrarea mărimii efectului Magnus: o sticlă din plastic subțire cu dop filetat (umplută cu apă), o piesă cilindrică de polistiren expandat cu șurub Diver (pentru a demonstra transmiterea uniformă a presiunii în lichide din vasul de plastic cu capac filetat), fire de cauciuc, mărgelile, elice mici, modelul din plastic al bărcii cu motor, ac.

Pîlnia poate fi folosită în experimentul vizînd dependența presiunii de înălțimea coloanei de apă în sticla de plastic. Sînt necesare următoarele: un dop găurit, tub de sticlă în forma de U, barometrul Goethe pentru măsurarea presiunii atmosferice a aerului în sticla din plastic cu pereți groși, dinam de la bicicletă, cablu, bec și turbină eoliană cu un ax orizontal.

## VI. UNITĂȚILE COMERCIALE DE CONSTRUCȚII CA SURSĂ DE MATERIALE PENTRU EXPERIMENTE

În capitolele anterioare a fost demonstrată utilizarea obiectelor de uz casnic în procesul de desfășurare a experimentelor. Nu doar ele însă pot fi folosite în cadrul experimentelor în baza principiului de cost redus. Articolele din magazinele de materiale de construcții sînt destul de necostisitoare pentru a fi procurate în cantități suficient de mari și sînt bine adaptate pentru experimentare. Drept exemplu de materiale de la magazinul de construcții pot servi țevile din plastic și metal (*Figura 7.1*), silicon, polistiren, fire (*Figura 7.2*), cuie, lămpi (*Figura 7.3*), gresie sau vase din sticlă. Această varietate de materiale oferă diverse metode în predarea disciplinelor reale. Materialele disponibile în unitățile comerciale cu materiale de construcții sînt utilizate mai ales în experimentele din domeniul mecanicii, electronicii și electrochimiei. Se poate realiza cercetarea masei prin plutire, presiune, scufundare, rigiditate și elasticitate, precum și experiențele cu lumina, energia electrică, conductibilitatea, celulele electrochimice, crearea unui electromagnet și construirea unui dispozitiv piezo-electric de aprindere. Alte experimente pot fi și ele acoperite de acest tip de material experimental, de exemplu, experimentul privind demonstrarea legii reflexiei, de transmisie, de impulsuri (Menzel, 1990, Kuhn & Rech 2003, Mellert et al. 2001, Köthe, 2008).



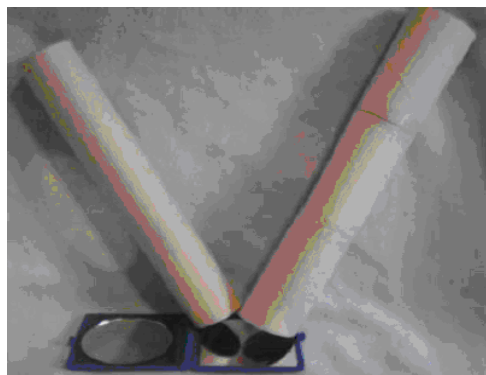
*Figura 7.1. Țeavă din metal*



*Figura 7.2. Fire*



*Figura 7.3. Lămpi*

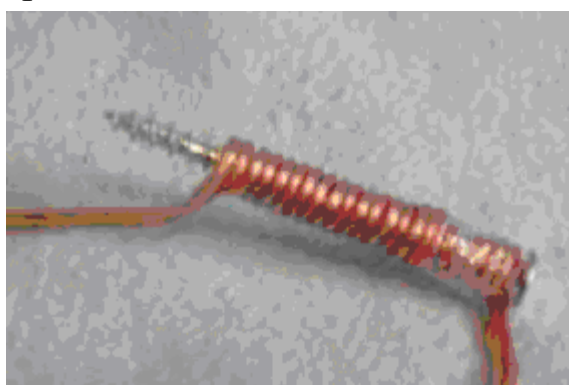


*Figura 7.4. Experiment cu referire la legea reflexiei*

Pentru a demonstra utilitatea folosirii materialelor de construcții în experimente, se propun două exemple: un experiment ce vizează demonstrarea legii reflexiei luminii și altul - de asamblare a unui electromagnet.

Pentru primul experiment, potrivit lui Kuhn și Rech (2003), sînt necesare două tuburi de carton sau din plastic, o oglindă și o lanternă. Materialele sînt aranjate după cum se indică în *Figura 7.4*. Cu ajutorul lanternei aprinse în unul dintre tuburi poate fi demonstrată legea reflexiei luminii.

Cel de-al doilea experiment vizează asamblarea unui electromagnet (Mellert et al., 2001). Pentru a obține pilitură de fier este nevoie de aproximativ 2 m de sîrmă, un cablu, o baterie de 1,5 V și cîteva piese metalice de mici dimensiuni pentru determinarea proprietăților magnetice ale electromagnetului confecționat. Pentru confecționare cablul se curăță la capete de materialul izolator, astfel încît firul de metal să fie gol. Apoi, cablul se înfășoară în jurul unui șurub astfel (*a se vedea Figura 7.5*), încît capetele libere ale firului să atîrne la capetele șurubului. Este important să se asigure ca cablul să nu fie îndoit. Dacă este necesar, cablul poate fi în continuare asigurat cu bandă. În cele din urmă, capetele goale ale cablului se conectează la polul pozitiv și cel negativ al bateriei. Utilizînd electromagnetul, asigurați-vă că firul să nu fie conectat la baterie prea mult timp, deoarece, aproximativ, în timp de un minut, capetele firului se înfierbîntă.



*Figura 7.5. Firul înfășurat pe șurub*

În experimentele bazate pe principiul costului redus prețul joacă totdeauna un rol deosebit de important. *Tabelul 7.1* oferă o imagine de ansamblu a prețurilor unor materiale menționate (Mercateo, 2011). Costul echipamentului alternativ de plastic sau tuburilor metalice este de 0,20 € per bucată, fir - 10 € per metru, cabluri - 1,50 € pentru 25 de metri, cuie Ca. - 5 € pentru 100 de bucăți, becuri - 0,30 €, oglindă - 1 € pentru 4 bucăți.

*Tabelul 7.1. Costul echipamentului de bricolaj pentru experimente*

Echipament alternativ	Costurile
Țevi din plastic sau metal	0,20 € sau 1,10 € pentru un metru
Conductoare electrice	1,50 € pentru 25 metri
Cuie	Cca 5 € pentru 100 unități
Becuri	0,30 €
Teracotă	1 € pentru 4 unități

Nu doar instrumentele alternative pot fi procurate la magazinul de materiale de construcții. Produsele chimice la fel pot fi cumpărate aici la un preț redus. Drept, exemplu pot servi acizii, soda caustică, amoniacul, acetona, alcoolul denaturat, apa distilată sau diversele materiale plastice etc. Acestea sînt, de obicei, mult mai ieftine decît în rețeaua de comerț cu produse chimice, dar de calitate și o puritate suficientă pentru utilizarea în cadrul experimentelor la orele de științe ale naturii. *Tabelul 7.2* ne ilustrează ce substanțe pot fi înlocuite cu produse chimice achiziționate de la magazinul de materiale de construcții. Menționăm, că lista nu este exhaustivă și constituie doar o prezentare generalizată a posibilităților. Costul la produsele alternative (var hidratat, ciment, hidroxid de calciu, ghips, sulfat de



calciu, dezinfectanți cu clorură de calciu „pH Minus” (accesorii de piscină), bisulfat de sodiu, clorură de amoniu, cărbune, Graffiti Rico Killer, 1-metoxi-2-propanol) este cu 20-50% mai mic.

**Tabelul 7.2. Substanțele chimice alternative din magazinul de materiale de construcții**

Produsul	Opțiunea
Var stins	Hidroxid de calciu
Ghips	Sulfat de calciu
Dezinfectanți	Clorură de calciu
„Ph-Minus” (Substanțe pentru piscină)	Bisulfat de sodiu
Soluție de clorură de amoniu	Clorură de amoniu
Cărbune	Carbon
Rico Graffiti-Killer	1- Metoxi-2-Propanol

Posibilitățile de utilizare a acestor produse sînt foarte variate. O soluție de etanol de 96% poate fi folosită, de exemplu, în calitate de combustibil ieftin în loc de alcool, astfel încît nu este necesară o conexiune de gaz. În multe cazuri similare acetona, diferiți acizi și diverse săruri, produse chimice alternative pot fi folosite în loc de substanțele tradiționale. Deci, este exclusă sintetizarea dioxidului de carbon din var și acid (Seilnacht, 2002). Apa de var folosită pentru obținerea dioxidului de carbon, poate fi dobîndită din ciment. După Schwedt (2001) și Köthe (2008), pentru aceasta de la magazinul de materiale de construcții se poate procura cimentul care conține hidroxid de calciu: la o sticlă de apă sînt necesare 20 g de ciment și se agită în 50 ml de apă. Apoi soluția se lasă să se limpezească (*Figura 7.6*) și lichidul se decantează. Filtratul poate fi în cele din urmă folosit pentru detectarea de dioxid de carbon.

Utilizarea substanțelor chimice alternative de la magazinul de materiale de construcții este ideală pentru experimentele chimice. Achiziționarea este foarte simplă, liberă și accesibilă. În plus, aceste produse sînt foarte ieftine, astfel încît sînt garantate reducerile cheltuielilor. Există, de asemenea, și un alt avantaj al folosirii substanțelor chimice alternative de la magazinul de materiale de construcții. Elevii trebuie instruiți în așa fel, încît conținuturile ce se studiază la chimie să fie relevante nu doar pentru orele de chimie, dar și în viața cotidiană (Schwedt, 2001).



**Figura 7.6. Obținerea varului din ciment**

În ansamblu, putem afirma că utilizarea produselor de meșteșugărit este foarte convenabilă pentru experimentele științifice. Exemplele prezentate aici oferă doar o imagine de ansamblu a posibilităților. Cu puțină creativitate și cu ajutorul unor articole din magazinul de materiale de construcții se poate crea o întreagă gamă de oportunități experimentale.

## VII. UTILIZAREA DISPOZITIVELOR ELECTRONICE ÎN SCOPURI EXPERIMENTALE

În capitolul anterior au fost expuse posibilitățile de utilizare a materialelor alternative în experimente la orele de fizică și chimie. Alte materiale pot fi achiziționate de la un distribuitor de produse electronice. La fel ca și în cazul magazinului de materiale de construcții, materialele de la un magazin de electronice sînt accesibile și necostisitoare. În general, ele pot fi folosite pentru mai multe tipuri de experimente la orele de științe ale naturii, spre exemplu: dispozitive de rețea și instrumente de măsurare a tensiunii curentului alternativ și continuu (*Figura 8.1*), fire de conexiune, cleme „crocodil” (*Figura 8.2*), magneți (*Figura 8.3*), lanterne, cursoarele cu laser, plite electrice, cartușe, cronometre etc. Utilizînd produsele din magazinele de electronică, sînt realizabile multe experimente în domeniul electronicii și electrochimiei.

Cel mai important dintre acestea este exemplul confecționării unui motor electric, a unui circuit electric, a unei celule galvanice și electrolitice. Pentru aceasta pot fi folosite, în primul rînd, diode de lumină pentru a demonstra fluxul de curent (*Figura 8.4*) și / sau multimetru, deoarece acestea sînt cu mult mai ieftine decît aparatele speciale de laborator (*Figura 8.1*). Cu toate acestea, ele sînt suficient de exacte și relevante pentru aproape toate tipurile de experimente la orele de științe ale naturii. Cu aceste materiale se pot realiza și alte activități științifice pe cale experimentală, cum ar fi confecționarea unei busole de plută, experimente cu vibrații sau experimente privind demonstrarea refracției și a legii reflexiei (Schlichting & Ucke, 2004; Mellert et al., 2001; Tillmann, 2011; Kieninger, 2008). Ele pot fi ilustrate prin exemple. În acest scop, se poate prezenta confecționarea unui motor electric, experimentul cu privire la demonstrarea legii reflexiei, de utilizare a diodelor de lumină pentru măsurarea tensiunii.



*Figura 8.1.*  
**Multimetru simplu**



*Figura 8.2. Fire pentru experimente și cleme „crocodil”*



*Figura 8.3. Magneți*



*Figura 8.4.*  
**Diode de lumină**

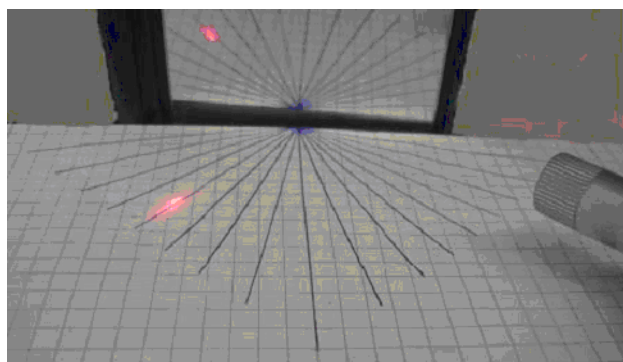
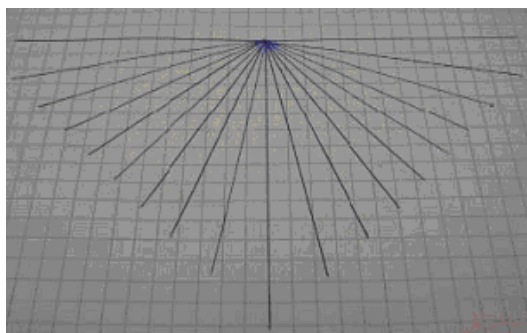
Pentru confecționarea unui motor electric după Schlichting și Ucke (2004), sînt necesare o baterie de 1,5 V, un șurub, un magnet mic în formă de bară și un

fir conductor. Magnetul și șurubul se conectează la un pol al bateriei, iar prin intermediul unui fir - cu polul opus (*a se vedea Figura 8.5*), pentru a introduce magnetul și șurubul în rotație rapidă. Schlichting și Ucke indică această cale ca fiind cea mai simplă pentru a confecționa un motor electric. Motoarele electrice sînt în general considerate un sistem complicat, compuse dintr-o bobină de sîrmă și un magnet. Utilizarea acestor materiale permite cu doar cîțiva euro construirea unui astfel de sistem, cu toate că eficiența lor este scăzută, deoarece dispozitivul este instabil, însă reflectă principiul echivalent celui mai vechi motor electric confecționat de Michael Faraday (Schlichting & Ucke, 2004).



*Figura 8.5. Motor electric realizat independent*

Al doilea exemplu vizează demonstrarea legii reflexiei luminii. Pentru aceasta, sînt necesare următoarele materiale și ustensile: o oglindă, hîrtie milimetrică, un creion, un raportor și o sursă-laser. Sursa-laser poate costa aproximativ 1,50 € (Mercateo, 2011), oglinda poate fi procurată la magazinul de materiale de construcții cu mai puțin de 1 €. Designul experimental pentru demonstrarea legii reflexiei luminii costă aproximativ 2 €. Folosind un raportor, se elaborează inițial dispozitivul unghiular realizat pe o foaie curată de hîrtie milimetrică (*Figura 8.6*). Oglinda se instalează așa cum e prezentat în *Figura 8.7*, plasînd-o de-a lungul diviziunilor dispozitivului unghiular.

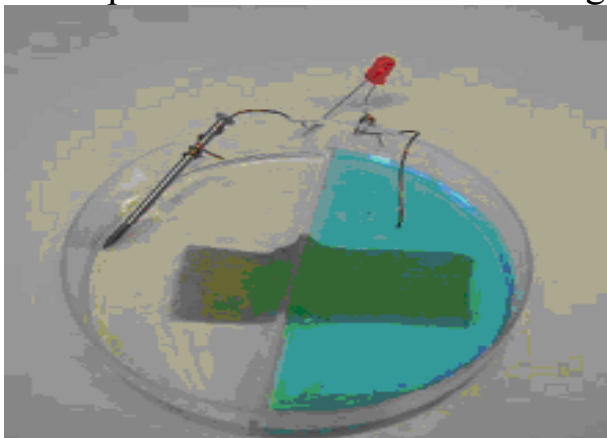


*Figura 8.6. Dispozitiv unghiular*      *Figura 8.7. Experiment cu referire la legea reflexiei*

Pentru demonstrare, în cameră trebuie să fie întuneric, întrucît în procesul de măsurare a unghiurilor, folosind sursa-laser, raza de lumină de la sursă parcurge liniile de creion vizibile pe hîrtia milimetrică, fapt ce demonstrează legea reflexiei luminii.

Cu ajutorul Elementelor Daniell putem demonstra că o diodă emițătoare de lumină poate fi folosită pentru măsurarea intensității și tensiunii electrice. Pentru aceasta sînt necesare două cutii Petri, o bucată de sîrmă de zinc, o bucată de sîrmă de cupru, fire, o diodă emițătoare de lumină, soluțiile de sulfat de zinc și sulfat de

cupru. Materialele sînt clasificate după cum se indică în *Figura 8.8*. Iluminarea diodei de lumină indică tensiunea finală generată de diferența de potențial. Avantajul diodei, în comparație cu alte surse de lumină, este că ea reacționează la tensiuni foarte mici, ceea ce produce un efect vizual convingător pentru elevi.



*Figura 8.8. Elementul Daniell cu diode de lumină pentru verificarea puterii*

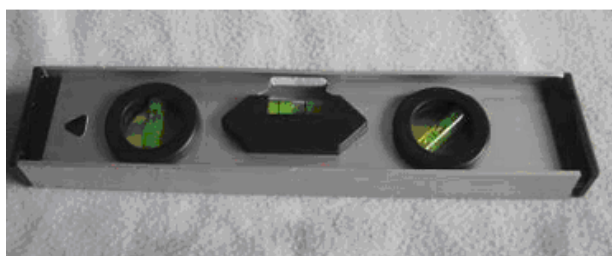
Pentru a încheia acest capitol, prezentăm prețurile de echipamente alternative descrise în acest capitol. *Tabelul 8.1* enumeră principalele materiale utilizabile oferite de comerțul cu electronice (Mercateo, 2011; Conrad Elektronik, 2011).

*Tabelul 8.1. Costul echipamentului electric alternativ pentru experimente*

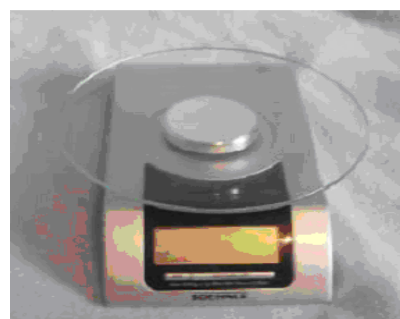
Echipamentul Alternativ	Costurile
Cablu pentru experimente	3 € pentru o unitate
Cleme „crocodil”	0,5 € pentru o unitate
Magneți	De la 0,15 € pentru o unitate (în funcție de tip)
Lampă de masă	Dimensiune mică de până la 1, 20 €
Diodă-emitătoare de lumină	0,04 €
Indicator cu laser	1,50 €
Arzător	10 €
Cronometru	2 €

## VIII. POSIBILITĂȚI ALTERNATIVE DE REDUCERE A COSTURILOR PENTRU INVESTIGAȚIILE CANTITATIVE

În procesul studierii disciplinelor reale (*Fizică, Biologie, Chimie*), deseori sînt efectuate măsurări cantitative. Acestea variază de la măsurări de timp, distanță, temperatură, măsurări ale intensității curentului electric sau tensiunii electrice, măsurări fotometrice etc. Achiziția diferitelor dispozitive necesită cheltuieli substanțiale, ceea ce determină renunțarea la acest lucru în cadrul școlii. Cu toate acestea, deseori poate fi evitată absența experiențelor de măsurări cantitative, deoarece multe instrumente pot fi achiziționate de la magazinele de materiale de construcții sau cele de electronică, ori pur și simplu confecționate ușor din orice materiale care sînt la îndemînă. În magazinele de materiale de construcții sau la piețele specializate pot fi găsite multe dispozitive ieftine care pot fi o alternativă potrivită pentru dispozitivele de măsurare cantitativă tradiționale, utilizate în experimente științifice. Spre exemplu: multimetrul, termometrul, cîntarul de apă electronic (*Figura 9.1*), telemetrul cu laser sau cîntarul electronic (*Figura 9.2*) care pot fi luate din bucătărie.



*Figura 9.1. Cîntar de apă electronic*



*Figura 9.2. Cîntar de bucătărie*

Multe dintre aceste dispozitive pot fi folosite în mod similar ca echipamente de laborator tradiționale pentru experimentare. Ele sînt suficient de exacte în scopuri didactice și, în general, simple în utilizare. Deosebit de util este multimetrul ieftin. Modelele simple ale acestui multimetru pentru a măsura tensiunea, curentul și rezistența pot fi adesea achiziționate cu mai puțin de 10 € (Mercateo, 2011). Unele dispozitive au chiar și un panou electronic și pot fi conectate direct la un calculator pentru obținerea datelor. Un exemplu este multimetrul digital „DT 4000 DIGITEK ZC”. Acest model este caracterizat printr-o gamă deosebit de largă a posibilităților de măsurare. Dispozitivul dat permite măsurarea tensiunii curentului alternativ și continuu, rezistența, capacitatea, frecvența pînă la 10 MHz la temperaturi de pînă la 750° C și în comerț este disponibil cu aproximativ 40 € (ELV-Elektronik, 2011). Acest preț, la prima vedere, pare relativ ridicat, dar acceptabil în raport cu numărul de utilizări. De asemenea, în magazinele de suvenire există accesorii pentru cercetările cantitative. Acolo putem achiziționa un multimetru care permite măsurarea valorilor pH și costă aproximativ 150 €. Acesta este, însă, un model relativ scump (Schneiderbanger, 2011). Dar există și

metode rapide pentru a studia valoarea pH-ului sau concentrația de nitrați din mediul acvatic, care sînt mai simple și ieftine. Dispozitivele suplimentare pot fi înlocuite prin utilizarea unor alternative simple, cu cost redus. Ar fi potrivită aici confecționarea unui dispozitiv pentru măsurarea conductibilității. În acest context se menționează: un calorimetru (Kappenberg, 2011), un fotometru (Just, 1990) și un cromatograf de gaze - toate cu un preț mic. Cel din urmă poate fi achiziționat, dar și confecționat. Kappenberg (2011) oferă mai multe opțiuni de cumpărare și diverse instrucțiuni de autoasamblare. Procurarea unui astfel de analizor se poate face cu aproximativ 350 €. Tradiționalele cromatografe de gaz costă cîteva mii de euro (Neubert, 2011). Ca rezultat, prin achiziționarea unui cromatograf de gaz cu cost redus (în loc de un analizor tradițional) pot fi economisiți mai mulți bani. Kappenberg (2011) prezintă un model gata pentru acest dispozitiv pentru a se evita cheltuieli suplimentare. Acesta este creat în baza unor echipamente medico-tehnice și oferă o variantă mai ieftină a unui cromatograf de gaz. Costul total al unui cromatograf de gaz din materiale de tehnică medicală este mai puțin de 50 €. În comparație cu costul unui dispozitiv tradițional, este o economie foarte mare. Kappenberg (1998) afirmă, de asemenea, că un cromatograf de gaz construit în condiții casnice este potrivit pentru diverse aplicații analitice. După Kappenberg, la testarea în școală au fost obținute următoarele rezultate:

- Analiza de gaze mai ușoare;
- Hidrogenarea catalitică a alchenelor și a alchinelor;
- Fotoclorinarea de gaze naturale (metan);
- Piloriza din materiale plastice (folie).

Trebuie remarcat, totuși, că componentele volatile se capătă repede și modifică în mod corespunzător compoziția gazelor și cromatograma. În ciuda neajunsului existent, dispozitivul de analiză prezentat le permite elevilor să fie ușor de utilizat și facilitează înțelegerea funcționării acestuia.

Drept exemplu de utilizare a dispozitivelor confecționate independent în sălile de clasă, poate fi încălzitorul de amestec sau cel de fuziune. Pentru aceasta se fixează, pahar de plastic într-un vas adecvat (*Figura 9.3*). Avantajul acestui calorimetru constă în faptul că este foarte ușor. Din acest motiv, lichidele pot fi cîntărite direct și nu trebuie să se decanteze. Un mare beneficiu este și evitarea unui eventual pericol de explozie, comparativ cu vasele Dewar utilizate de obicei (Maisenbacher, 2011). Sînt remarcate aici și prețurile reduse cu cîteva cenți pentru fiecare pahar din plastic și cu 1.50 € - pentru un pahar de laborator (Mercateo, 2011), în timp ce vasele Dewar pot costa pînă la cîteva sute de euro. Pentru a determina entalpia de reacție, mai sînt necesare în plus, în afară de calorimetrul de o singură scară (cu cost redus), un cronometru și un termometru. Se recomandă ca din exterior vasul să se izoleze cu polistiren. Pentru a determina valoarea apei cu acest dispozitiv, 50 g de apă se toarnă în vas, temperatura apei fiind monitorizată. În continuare se toarnă într-un al doilea calorimetru cu cost optimizat aceeași cantitate de apă caldă de 40° C.

Temperatura trebuie să fie monitorizată și înregistrată. După 3-4 minute, se adaugă apă rece, temperatura va continua să fie măsurată în mod regulat. Apa trebuie să fie bine amestecată în timpul determinării valorilor. Acest lucru poate fi realizat de un agitator magnetic sau un baston de lemn ori plastic.



*Figura 9.3. Calorimetru cu cost redus*

În general, confecționând independent diverse dispozitive, trebuie să se ia în considerare o rezervă suplimentară de timp, ceea ce nu este necesar în cazul unei achiziționări. Costul ridicat al instrumentelor tradiționale de măsurare deseori face imposibilă achiziționarea acestora, astfel, se folosește o alternativă reușită.

## **IX. UTILIZAREA MATERIALELOR DE UZ CASNIC ÎN SCOPURI EXPERIMENTALE**

Aplicabilitatea materialelor de uz casnic în experimentarea științifică a fost deja discutată în detalii. Totodată multe alte obiecte de uz casnic ar avea o bună utilizare. Pîlnia de bucătărie, furtunuri de grădină, mărgelile, baloane, folia de aluminiu, filtre de cafea, markere și oglinzi - sînt doar cîteva exemple. Un avantaj major în folosirea obiectelor de uz casnic ca echipament în experimentare este disponibilitatea lor în aproape fiecare gospodărie. Astfel e posibil ca elevii să poată efectua experimente și la domiciliu. Și pentru școală, ustensilele necesare pot fi achiziționate cu ușurință, fiind ieftine și disponibile în supermarketuri.

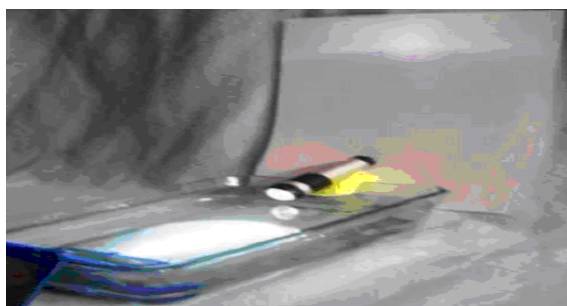
În afară de aceasta, există multe cărți care descriu experimente științifice cu obiecte de uz casnic, de exemplu, cele semnate de Press (1995), Heuer (2010), Ardley (1997), Köthe (2008) și Rueter (2009). Ele sînt destinate mai mult părinților, deoarece vizează jocuri cu copiii pentru a explora la domiciliu fenomenele naturale. Dar aceste lucrări pot fi folosite la fel de bine și în cadrul orelor de biologie, fizică și chimie, îmbogățind demersul didactic. În Internet există multe astfel de oferte. Tillmann (2011) descrie mai multe experimente care pot fi efectuate cu obiecte de uz casnic. Pentru a demonstra versatilitatea, urmează să fie utilizate diferite materiale, prezentîndu-se cîteva exemple la cele trei discipline.

În fizică au fost selectate experimentele în optică și cele cu recepționarea sunetului. Pentru punerea în aplicare a primului experiment, sînt necesare: două pîlnii de plastic de bucătărie, bandă adezivă, două tuburi din material plastic și un baston de lemn. În fiecare dintre cele două pîlnii se introduce un tub de plastic, care la rîndul său este anexat la tija de lemn (*Figura 10.1*). Undele de sunet, venind din stînga, pot fi transmise cu ajutorul acestei construcții în urechea dreaptă a elevului și - vice-versa.



*Figura 10.1. Dispozitiv de percepție a sunetului modificat*

Al doilea exemplu vine din optică. Pentru acest experiment este nevoie de un vas de sticlă, o lanternă, plastilină, carton alb și o oglindă în scopul de a produce un curcubeu cu ajutorul luminii de la o lanternă dispersată în componentele sale spectrale



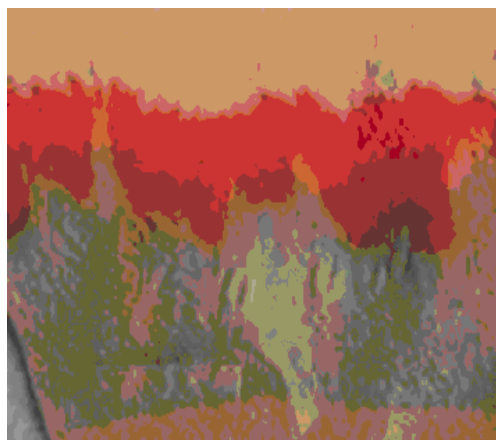
*Figura 10.2. Simularea curcubeului*

(Ardley, 1997). Experimentul se efectuează într-o cameră obscură. Oglinda trebuie să fie înclinată față de vasul de sticlă umplut cu apă, de care se lipește lanternă cu ajutorul plastilinei. Partea de jos a oglinzii, care se pune sub apă, este luminată de lanternă. Curcubeul este vizibil atunci cînd cartonul se află la marginea vasului (*Figura 10.2*).

Se propune un simplu experiment din domeniul chimiei - cromatografia. În cromatografie culoarea markerilor poate fi descompusă în componentele sale. Sînt necesare: o bucată de pîslă, un pahar și un filtru de cafea. În primul rînd, pe hîrtia de filtru se desenează o linie groasă. Filtrul de cafea este apoi colorat, după cum se arată în *Figura 10.3*, pliat și atîrnat în apă peste marginea unui pahar (Tillmann, 2011). După ce apa acționează, apar diferite cromatograme (*Figura 10.4*).



*Figura 10.3. Cromatografie cu cost redus*



*Figura 10.4. Cromatografia de culoare cafenie*



După uscarea filtrului de cafea, cromatogramele pot fi distinse după componentele marcajului de culoare.

Pernele termice calde și reci pot stimula investigații interesante. Pernele termice calde sînt umplute în mare parte cu soluție de acetat de sodiu trihidrat (Fischer, 2011). În pernele termice sînt plasate plăci din metal îndoite ce declanșează un proces de cristalizare, în prezența degajării de căldură. În general, în rezultatul procesului de cristalizare, autorul menționat indică că se ajunge la o creștere a temperaturii de pînă la 35 °C. Procesul de cristalizare este complet și pernele termice sînt din nou răcite, cristalele pot fi redizolvate datorită energiei termice rezultate din apa fierbinte și, prin urmare, se realizează procesul reversibil al cristalizării. Pernele termice reci nu sînt reutilizabile. Următoarea posibilitate este oferită de compresele calde și reci, care, respectiv, sînt încălzite într-un cuptor cu microunde sau răcite într-un congelator, precum și la folosirea cupei de autoîncălzire în care pot fi încălzite lichidele.

Atît pernuțele termice calde și reci, precum compresele și cupa de autoîncălzire sînt disponibile la prețuri reduse (Mercateo, 2011) sau pot fi găsite în gospodării. Faptul în cauză poate fi analizat calitativ, iar efectul - cercetat din punct de vedere cantitativ și reprodus. Aplicațiile sînt numeroase. Pentru o mai bună înțelegere este prezentat un experiment suplimentar în care se va folosi o pernă termică caldă în investigarea comportamentului gazelor sub acțiunea schimbării de temperatură. Vor fi necesare: o sticlă, un pai, plastilină și o pernă termică caldă. Sticla este pe jumătate umplută cu apă colorată, iar paiul este introdus prin orificiul sticlei, pînă se cufundă în apă. Spațiul de la gura vasului este acoperit ermetic cu plastilină, pentru a se evita pătrunderea aerului (Köln, 2008). *Figura 10.5* ne prezintă experiența descrisă: cu ajutorul pernei termice calde poate fi încălzit aerul din sticlă și aceasta menține căldura pereților exteriori ai vasului. Extinderea aerului în sticlă este condiționată de schimbarea stării apei din pai.



*Figura 10.5. Studiarea degajării gazelor sub influența temperaturii*

În fine, remarcăm faptul că echipamentul destinat experimentelor poate proveni nu doar din gospodăriile casnice. Ca și în cazul articolelor de bricolaj, diversele produse și materiale din gospodărie (descrise ca substituenți ai substanțelor chimice) sînt disponibile și în supermarketuri. Drept exemplu pot servi multiplele opțiuni în care sînt necesare substanțele chimice de acid-bază. În felul acesta, se pot obține cîțiva indicatori rezultați din varza roșie, vînătă, ridiche, trandafir sau ceai. Indicatorul obținut din varză roșie poate fi produs în condiții casnice avînd: varză roșie, alcool metilic și un vas termorezistent.

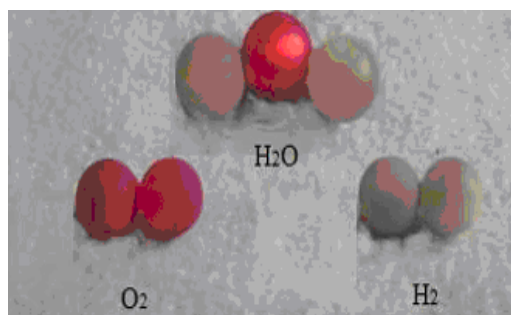
Varza roșie trebuie tăiată mărunț și amestecată cu alcool metilic în vas. Compoziția se fierbe timp de 5-10 minute la foc mic. Soluția roșie de alcool denaturat rezultat poate fi folosită în calitate de indicator. Cu ajutorul acestor substanțe obținute în condiții casnice, pot fi testate valoarea pH a soluției de săpun, soluției saline, oțetului sau a soluției pentru desfundarea țevelor (Press, 1995; Schwedt, 2003). *Figura 10.6* prezintă scara coloristică a indicatorului obținut din varză roșie în soluția de săpun, soluția salină, alcoolul metilic, oțet și în soluția anti-mucegai.



*Figura 10.6. Scara coloristică a indicatorului obținut din varză roșie în condiții casnice*

Pe lângă domeniile de aplicare deja menționate, mai există multe altele. Astfel, Schwedt (2001; 2003) propune sintetizarea clorului, azotului sau hidrogenului. La fel - este oferită metoda sintezei dioxidului de carbon din bicarbonatul de sodiu și oțet, similară construirii unui „vulcan”, menționat de Ardley (1997), sau generarea energiei electrice folosind cartofi (Press, 1995). Press sugerează și imitarea unei peșteri salinice cu ajutorul bicarbonatului de sodiu. Conform celor menționate achiziționarea produselor chimice alternative este simplă, deoarece acestea sînt disponibile în supermarketuri. În plus, produsele din supermarket pot fi utilizate nu doar la orele de chimie, ci și în viața cotidiană.

Trebuie menționate totodată și dezavantajele acestei abordări. Mediul ambiant este poluat zilnic. Uneori acest efect sporește și în rezultatul experimentelor de laborator, în cadrul cărora sînt întrebuițate produsele chimice.



*Figura 10.7. Modele moleculare din bile colorate*

Obiectele din viața de zi cu zi pot fi folosite nu numai nemijlocit pentru experimente, în scopul predării științelor naturii. Ele pot fi folosite pentru construirea anumitor modele, ca, de exemplu, bile de diferite culori pe un lanț sau sfere din celuloză pentru a face modele moleculare (*Figura 10.7*).

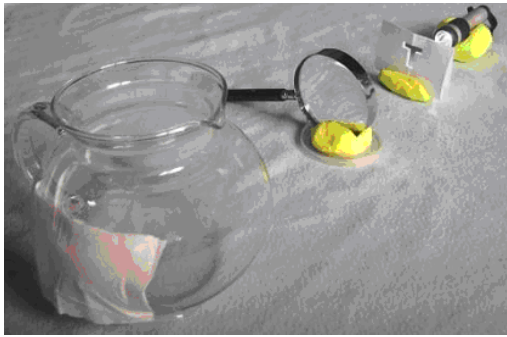


Figura 10.8. Modelul ochiului

Chiar și în domeniul biologiei pot fi create astfel de modele, bunăoară - modelul ochiului uman. Prin intermediul acestui experiment, elevii pot clarifica modul de funcționare a ochilor. Pentru realizarea lui sînt necesare următoarele materiale: o foaie de carton, bandă adezivă, o lupă, plastilină, un șervețel din hîrtie, o lanternă și un vas (sau o cană din sticlă pentru ceai) (Ardley, 1997). Șervețelul din hîrtie se va lipi de exteriorul vasului. Din carton este decupată o figură, după care lupa și cartonul sînt plasate și fixate cu ajutorul plastilinei,

precum este indicat în Figura 10.8. În momentul în care fascicolul lanternei pătrunde prin figura decupată de carton, imaginea acesteia apare pe șervețelul de hîrtie, fiind inversată la  $180^{\circ}$  C. Lupa acționează asupra acestui model, precum în cazul lentilei ochiului. Prin deplasarea lupei, imaginea va fi replasată în centrul șervețelului de hîrtie (Ardley, 1997).

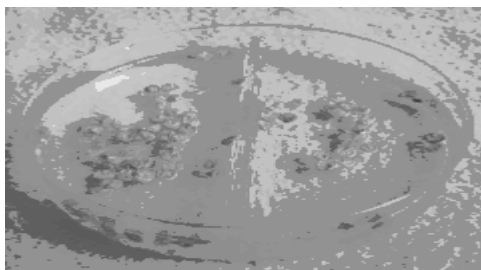
## X. MODALITĂȚI DE REDUCERE A COSTULUI ÎN CADRUL EXPERIENȚELOR LA BIOLOGIE

În capitolele anterioare au fost prezentate o serie de tehnici, care asigură desfășurarea experimentelor cu cost redus, descriindu-se exemplele respective. Experimentele biologice au fost abordate doar tangențial. Acest capitol le vizează în mod detaliat.

Tehnicile individuale sînt aplicabile în cadrul experimentelor la lecția de biologie, deoarece multe materiale necesare pot fi înlocuite cu cele alternative procurate la prețuri mici. Drept exemplu poate servi modelul de respirație menționat de Sapper și Widham (2001). Pe lîngă experimentele chimice și fizice, există și numeroase experimente biologice ce pot fi efectuate cu ajutorul plantelor, frunzelor, tulpinilor sau fructelor. Drept exemplu servesc: extragerea uleiurilor eterice, obținerea carotenoizilor din ardei, experimente ce demonstrează turgescența și transpirația plantelor, precum și procesul de fotosinteză, conform datelor oferite de Schwedt (2007), Sapper & Widhalm (2001), Wild (1999).

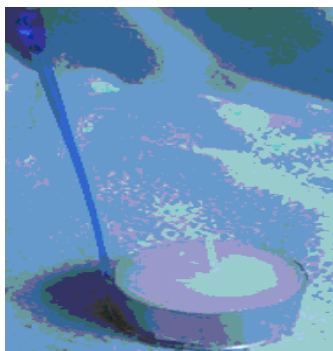
Din parc sau din curtea școlii ușor pot fi colectate părțile componente ale plantelor necesare pentru aceste experiențe la lecțiile de biologie. Drept opțiune, pot fi folosite și plantele de cameră, frunzele cărora sînt oricînd disponibile în starea lor naturală. Multe flori sau fructe pot fi cumpărate din supermarketuri la un preț mic. Totodată, în multe cazuri elevii trebuie să aibă la dispoziție plante germinative. Ele pot fi obținute și cultivate de sine stătător (Keil și Kremer, 2004). În acest scop, semințele necesare trebuie puse într-un vas cu apă la temperatura camerei și lăsate pentru o jumătate de zi sau noaptea întregă (Figura 11.1). După aceea, la temperatura de  $25^{\circ}$  C ele se pun într-o cutie Petri pe hîrtie sugativă,

pentru a absorbi umezeală, și acestea vor germina. Peste aproximativ 1-2 ore, rădăcinile vor fi de cca 2 cm lungime și vor fi plasate într-o soluție nutritivă. Acolo vor fi lăsate să crească 5-8 zile înainte de a le putea utiliza în experimente.

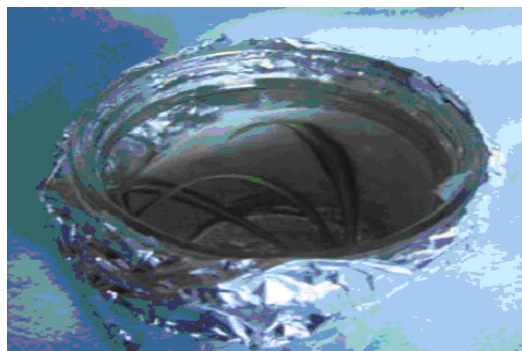


*Figura 11.1. Semințe de ardei în germinare*

Un interes deosebit îl prezintă experimentele ce reflectă procesul de fotosinteză și extragerea pigmentilor carotenoizi din ardei. Pentru realizarea primei experiențe este nevoie de un lăstar viu, trei borcane cu capac, trei lumânări, trei scobitori, un pai, folie de aluminiu, un cronometru și apă de robinet. Scobitorile se fixează între cupa de aluminiu și lumânare (*Figura 11.2*). Scobitoarea permite pătrunderea rapidă a luminii. Lumânarea este plasată în borcan. Borcanul trebuie să fie de așa o înălțime, încât lumânarea cu scobitoare să intre completamente în el. Ulterior, borcanul este învelit cu folie de aluminiu (gura borcanului trebuie să fie descoperită) și umplut cu apă de robinet. Unul dintre borcane servește drept fixator și este, respectiv, închis. În cel de-al doilea borcan se plasează lăstarul germinativ (*Figura 11.3*) și de asemenea este acoperit. În ultimul borcan se introduce aer cu ajutorul unui pai și apoi se acoperă. Cele trei borcane trebuie să stea câteva zile la fereastră. La următoarea lecție, conținutul de oxigen din borcane poate fi comparat cu ajutorul lumânărilor.



*Figura 11.2. Lumânare cu scobitoare*



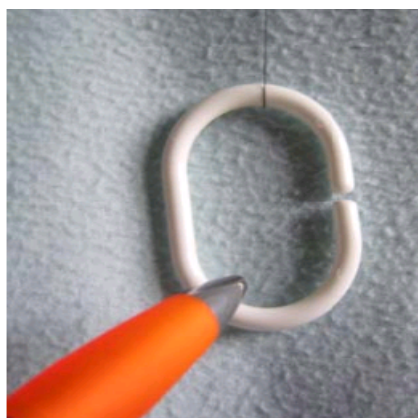
*Figura 11.3. Planta în proces de germinare într-un borcan întunecat*

Pentru extragerea pigmentilor carotenoizi din ardei (Schwedt, 2007) se vor lua ardei de diferite culori, alcool metilic, cupa Eppendorf și un cuțit. Cu ajutorul cuțitului ardeii sînt feliați foarte fin. Feliile se plasează în cupa Eppendorf. Ulterior, aceasta este umplută cu alcool metilic și se agită puternic. *Figura 11.4* prezintă rezultatul scontat al cercetării. Carotenoida se acumulează la nivelul benzinei, în timp ce xantofilele rămîn sub formă de etanol apos.



*Figura 11.4. Extract din ardei roșu și extract din ardei verde*

vizibil experimentatorului (*Figura 11.5*). Experimentatorul își acoperă un ochi cu o mână, iar cu ajutorul creionului din cealaltă mână încearcă să pătrundă în inel.



*Figura 11.5 Experiment pentru testarea simțului văzului*

În continuare autorii le propun elevilor experimente privind acomodarea văzului, acuitatea, coordonarea mișcărilor sau determinarea simțului olfactiv.

În general, subliniem faptul că opțiunile experimentale prezentate în acest capitol sînt accesibile și la un cost redus. Folosirea unor părți ale plantelor, a lăstarilor le permite elevilor să realizeze experimente ieftine.

Microscopul are un rol important în biologie. În numeroase experimente utilizarea nemijlocită a microscopului este esențială (Wild, 1999; Sapper & Widhalm, 2001). Achiziționarea acestui echipament implică cheltuieli considerabile. Astfel, costul unui microscop în magazine ajunge la 200 € (Henkel, 2003). Deși achiziționarea unui microscop scump este posibilă, există totuși opțiuni mai puțin costisitoare. Modele mai simple, cu o mărime mai mică sînt deja disponibile cu un preț redus semnificativ (Tillmann, 2011). În special, există deja microscopie simple la un preț de aproximativ 20 €, costurile reducîndu-se de 10 ori. Henkel (2003) propune utilizarea lupelor în locul microscopelor. Acestea au o capacitate de mărire de 10 ori, sînt de o bună calitate și pot fi achiziționate la un preț sub 10 € (*Figura 11.6*). Un avantaj suplimentar al folosirii lupelor în locul microscopelor costisitoare constă din faptul, că acestea sînt ușor de manevrat. Acestea pot satisface necesitățile elevilor, pentru a efectua cercetarea corespunzătoare, sînt ușor manevrabile și pot înlocui echipamentul scump și de dimensiuni mari.



*Figura 11.6 Lupă*

## BIBLIOGRAFIE

1. Apotheke am Wolfsanger. (2006). Online-Apotheke. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.medizinwiesel24.com/>.
2. Ardley, N. (1997). 101 spannende Experimente aus Wissenschaft und Technik. Bindlach: Loewe-Verlag.
3. Bader, H. J. (2003). Nachhaltigkeit und nachhaltiges Arbeiten. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie, 52 (3), 16 - 20.
4. Bradley, J. D., Durbach, S., Bell, B., & Mungarulire, J. (1998). Hands-On Practical.
5. Chemistry for All - Why and How. Journal of Chemical Education, 75 (11), 1406 - 1409.
6. Bradley, J. (2006). The Microscience Project and its Impact on Pre-service and Inservice Teacher Education. In M. Hugerat, P. Schwarz, & P. Livneh, Microscale Chemistry Experimentation for all Ages (S. 26 - 39). Haifa: Tha Academic Arab College for Education.
7. Brand, B. H. (2010). BRANDs CHEMIE. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.bhbrand.de/index.php>.
8. Choi, M. M. (2002). Microscale Chemistry in a Plastic Petri Dish: Preparation and Chemical Properties of Chlorine Gas. Journal of Chemical Education, 79 (8), 992 - 993.
9. ConradElektrik. (2011). Conrad. Voller Ideen. Abgerufen am 27. August 2011 von [http://www.conrad.de/ce/de/?insert\\_kz=NA&hk=SEM&WT.srch=1&glid=CLu1jMak76oCFYIXzQodfyE7PA](http://www.conrad.de/ce/de/?insert_kz=NA&hk=SEM&WT.srch=1&glid=CLu1jMak76oCFYIXzQodfyE7PA).
10. du Toit, M., & du Toit, C. (2006). Microscale Experiments using a STUDENT LAB. In M. Hugerat, P. Schwarz, & M. Livneh, Microscale Chemistry Experimentation for all Ages (S. 103 - 108). Haifa: The Academic Arab College for Education.
11. Eckert, B., Stetzenbach, W., & Jodl, H.-J. (2000). Low Cost - hightech. Freihandversuche Physik. Anregungen für einen zeitgemäßen Unterricht. Köln: Aulis Verlag.
12. Eilks, I., Fischer, H., Hammann, M., Neuhaus, B., Petri, J., Ralle, B., et al. (2004). Forschungsergebnisse zur Neugestaltung des Unterrichts in den Naturwissenschaften. In H. Bayrhuber, Konsequenzen aus Pisa. Perspektiven der Fachdidaktiken (S. 197 - 216). Wien: Studienverlag.
13. El-Marsafy, M. K. (2004). Mikrochemische Maßanalyse. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 81, 16 - 19.
14. ELV-Elektronik. (2011). ELV - Kompetent in Elektronik. Abgerufen am 28. August 2011 von <http://www.elv.de/output/controller.aspx>.
15. Ferdinand, P. (2007). Selbstgesteuertes Lernen in den Naturwissenschaften. Eine Interventionsstudie zu den kognitiven und motivationalen Effekten eines Blended Learning Ansatzes. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
16. Fischer, O. (2011). Wissenschaft in die Schulen. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.wissenschaft-schulen.de/>.
17. Full, R. (1996). Lichtblicke - Petrischalenexperimente in der Overhead-Projektion. Chemie in unserer Zeit, 30 (6), 286 - 294. 50
18. Häusler, K., Rampf, H., & Reichelt, R. (1995). Experimente für den Chemieunterricht -

19. mit einer Einführung in die Labortechnik. München, Düsseldorf und Stuttgart: Oldenbourg (2. Auflage).
20. Henkel, K. (14. Juni 2003). Die Mikrofibel. Abgerufen am 28. August 2011 von <http://www.mikroskopie-muenchen.de/mikrofibel.pdf>.
21. Heuer, (2010). Spectacular Experiments & Mad Science Kids Love: Science That Dazzles at Home, School or on the Go. Bloomington: Authorhouse.
22. Joling, E. (2006). Introduction of Microscale Chemistry in the Netherlands. In M. Hugerat, P. Schwarz, & M. Livneh, Microscale Chemistry Experimentation for all Ages (S. 183 - 197). Haifa: The Academic Arab College for Education.
23. Just, N. (1990). Low-Cost-Experimente - Teil 4: Das Photometer in der Zigarrenkiste - eine Anleitung zum Selbstbau eines Photometers durch die Schüler. Praxis der Naturwissenschaften Chemie, 39 (1), 30 - 31.
24. Kappenberg, F. (2011). Arbeitskreis Kappenberg. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.kappenberg.com/pages/start/start.htm>.
25. Keil, M., & Kremer, B. P. (2004). Wenn Monster munter werden - Einfache Experimente aus der Biologie. Weinheim: Wiley.
26. Kieninger, M. (2008). Physik mit 4- bis 6-Jährigen. Berlin: Cornelsen.
27. Kircher, E., Girwidz, R., & Häußler, P. (2001). Physikdidaktik: Eine Einführung. Berlin: Springer.
28. Köhler-Krützfeld, A., & Gruvberg, C. (2000). Microscale Chemistry: Eine europäische Idee kehrt zurück nach Europa. Praxis der Naturwissenschaften, 49 (5), 18 - 21.
29. Köthe, R. (2008). Was ist Was - Experimentierbuch. 175 Experimente aus Physik, Biologie und Chemie. Nürnberg: Tessloff.
30. Kranz, J. (2008). Schulentwicklung konkret: Baustein "Schülermotivation". Berlin: Cornelsen Scriptor.
31. Kruse-Özcelik, R., & Schwarz, P. (2004). Experimente für kleine Hände. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 81, 10 - 15.
32. Kuhn, J., & Rech, A. (2003). Freihandexperimente und Naturphänomene aus den Naturwissenschaften. Abgerufen am 27. August 2011 von <http://www.unilandau.de/physik/fan/index.html>.
33. Latzel, G. (1989). Low-Cost-Experimente- Teil 1: Das einfache Experiment. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie, 38 (6), 34 - 35.
34. Maisenbacher, P. (2011). Landesbildungsserver Baden Württemberg. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.schule-bw.de/>.
35. Maurer. (2011). Maurer - Lehr- und Forschungsmittel. Abgerufen am 28. August 2011 von <http://www.mauer-gmbh.com/index2.htm>.
36. Mellert, V., Grahl, S., Rehtien, P., Weusting, P., Poppinga, D., & Poppinga, T. (2001). Physik für Kids. Abgerufen am 27. August 2011 von <http://www.physikfuerkids.de/>.
37. Menzel, P. (1990). Low-Cost-Experimente: Teil 10: Eigenbau eines piezoelektrischen Zündgerätes. Praxis der Naturwissenschaften Chemie, 39 (7), 34. 51
38. Mercateo. (2011). Die Beschaffungsplattform für Geschäftskunden. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.mercateo.at/>.

39. Neubert, M. (2011). Dynatech - Ihr Taschenrechner Spezialist. Abgerufen am 28. August 2011 von <http://www.dynatech.de/index.php?prod=5379>.
40. NeubertGlas. (2011). Der Laborfachhandel. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.neubert-glas.de/>.
41. Obendrauf, V. (2004). Toxisches Chlor vernünftig dosiert. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 81, 22 - 27.
42. Obendrauf, V. (2006). Fundamental Microscale Experiments from Austria, Presented Worldwide. In M. Hugerat, P. Schwarz, & M. Livneh, *Microscale Chemistry Experimentation for all Ages* (S. 300 - 321). Haifa: The Academic Arab College for Education.
43. Omikron. (2004). Chemikalien und Laborgeräte. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.omikron-online.de/cyberchem/>.
44. Pfeifer, P., Lutz, B., & Bader, H. J. (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg.
45. Pike, R. M. (2006). Through the Years with Microscale Chemistry. In M. Hugerat, P. Schwarz, & M. Livneh, *Microscale Chemistry Experimentation for all Ages* (S. 13 - 25). Haifa: The Academic Arab College for Education.
46. Press, H. J. (1995). *The Little Giant Book of Science Experiments*. New York: Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH.
47. Rüter, M. (2009). 111 spannende Experimente für Kinder. Faszinierend. Verblüffend. Völlig ungefährlich. München: Compact.
48. Sapper, N., & Widhalm, H. (2001). *Einfache biologische Experimente*. Wien: Klett.
49. Schallies, M. (1991). Mikrochemische Methoden im Schulexperiment - gestern, heute und morgen. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie*, 40 (1), 2 - 5.
50. Schlichting, H. J., & Ucke, C. (2004). Der einfachste Elektromotor der Welt. *Physik unserer Zeit*, 35 (6), 272 - 273.
51. Schmittingerm, T. (2011). Katharineum. Städtisches Gymnasium für Jungen und Mädchen mit altsprachlichem Zweig. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://kath.mrstec.de:9673/>.
52. Schneiderbanger, M. (2011). *Aquaristik - Margit Schneiderbanger*. Abgerufen am 28. August 2011 von <http://www.aquarium-laden.de/Start>.
53. Schwan, T. (2005). Elektrochemie im Low-Cost Maßstab: Elektrolyse, Schmelzelektrolyse und galvanische Elemente im Kontext der Unterrichtsreihe „Atombau und chemische Bindung“. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 58 (3), 169 - 175.
54. Schwarz, P., & Lutz, B. (2004). Kreativer Chemieunterricht: Mikrochemische Experimente in der Schule. *Naturwissenschaften im Unterricht*, 81, 4 - 9.
55. Schwedt, G. (2001). *Experimente mit Supermarktprodukten: eine chemische Warenkunde*. Weinheim: Wiley-VCH. 52
56. Schwedt, G. (2003). *Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten: das Periodensystem als Wegweiser*. Weinheim: Wiley-VCH.
57. Schwedt, G. (2007). *Chemie für alle Jahreszeiten - Einfache Experimente mit pflanzlichen Naturstoffen*. Weinheim: Wiley-VCH.
58. Seilnacht, T. (2002). *Naturwissenschaftliches Arbeiten*. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.seilnacht.com/>.



59. Sigma-Aldrich, C.-O. (2011). Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.sigmaaldrich.com/germany.html>.
60. Singh, M. M., Szafran, Z., & Pike, R. M. (1999). Microscale Chemistry and Green Chemistry: Complementary Pedagogies. *Journal of Chemical Education* 76 (12), 1684 - 1686.
61. Singh, M. M., & Szafran, Z. (2000). Chemie im Mikromaßstab: Labortechnik mit Zukunft. *Praxis der Naturwissenschaften*, 49 (5), 7 - 11.
62. The-radmaste-microscience-System. (2010). The UNESCO-Associated Centre for Microscience Experiments. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.microsci.org.za/RADMASTEBrochure.pdf>.
63. Tillmann, A. (2011). Kids Science. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.kidsand-science.de/kids-and-science/startseite.html>.
64. von Borstel, A. (2009). ChemZ. Chemieunterricht mit medizinischem Zubehör. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.chemz.de/index.php/chemz-allgemeineinfos.html>.
65. von Borstel, G., & Böhm, A. (2004). ChemZ - Chemieunterricht mit medizintechnischem Zubehör. *Naturwissenschaft im Unterricht Chemie*, 81, 48 - 49.
66. von Borstel, G., & Böhm, A. (2006). Ein preiswerter Hoffmann'scher Zersetzungsapparat für Schülerübungen - Medizintechnik als kostengünstiger Ersatz für Glasgeräte. *Der Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Unterricht*, 59 (6), 262 - 264.
67. Wild, A. (1999). *Pflanzenphysiologische Versuche in der Schule*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
68. Wilke, H.-J. (1998b). Überraschende Experimente mit Kunststoffflaschen Teil 2. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 51 (2), 106 - 109.
69. Wilke, H.-J. (1998c). Überraschende Experimente mit Kunststoffflaschen Teil 5. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 51 (6), 359 - 363.
70. Wilke, H.-J. (1998a). Überraschende Experimente mit Kunststoffflaschen: Eine Einführung in die Beitragsreihe. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 51 (1), 20 - 25.
71. Wood, C. G. (1990). Microchemistry. *Journal of Chemical Education*, 67 (7), 596 - 597.
72. Zhou, N. H. (2004). Experimente mit der wellplate 6. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 81, 21 - 22.
73. Zinsser-Analytic (2011). Zinsser Analytic. Abgerufen am 24. Juli 2011 von <http://www.zinsser-analytic.com/>.