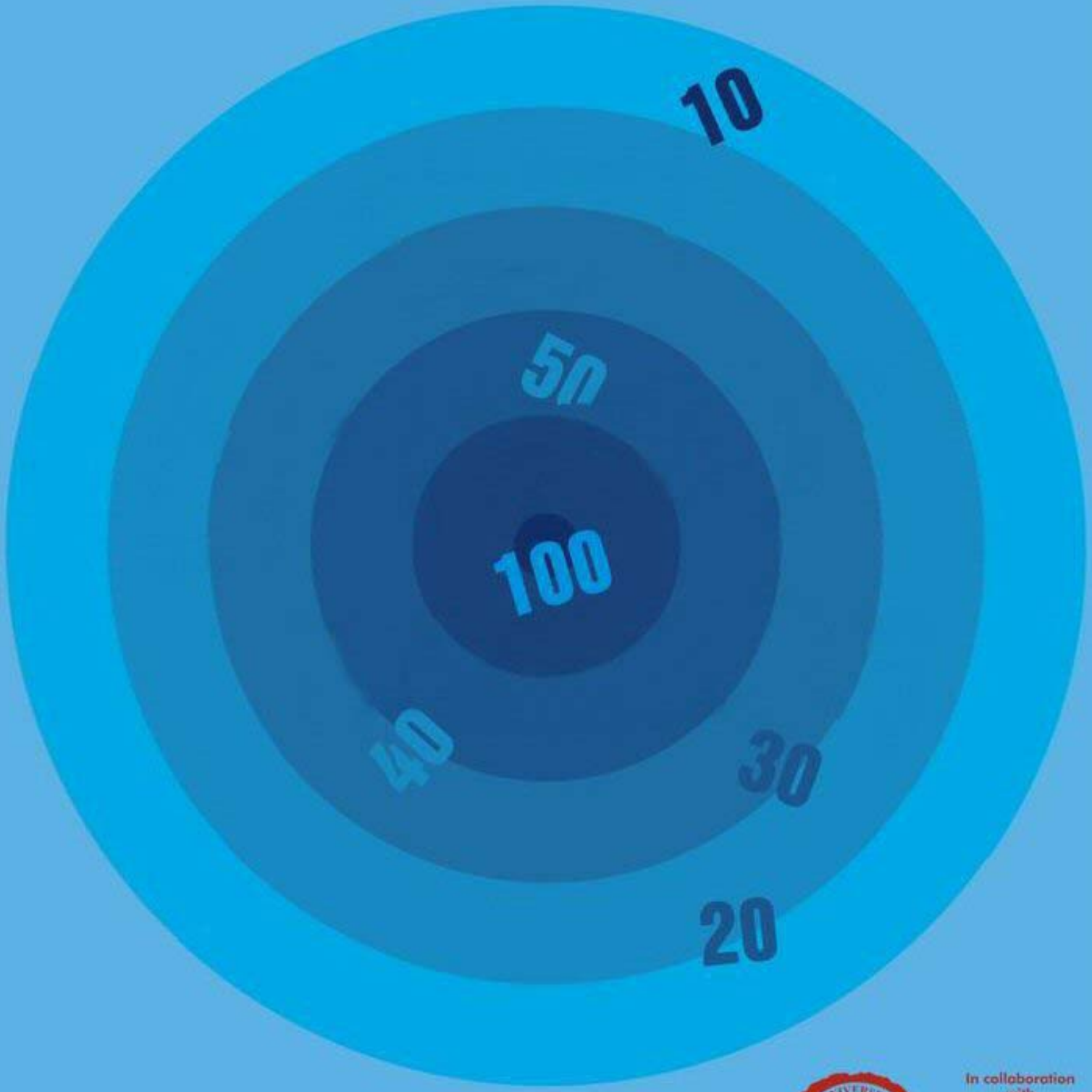
# Proceedings of
# The Eighth Annual Science and Math Teachers Conference (SMEC VIII)

American University of Beirut - Lebanon
May 21-22, 2004




In collaboration with

UNESCO

UNESCO CAIRO OFFICE

UNESCO Cairo Office

**THE EIGHTH ANNUAL SCIENCE AND MATH TEACHERS CONFERENCE (SMEC VIII)**

May 21-22, 2004

# Science and Math Education Center (SMEC)
# Faculty of Arts and Sciences
# American University of Beirut, Lebanon

# THE EIGHTH ANNUAL SCIENCE AND MATH TEACHERS CONFERENCE (SMEC VIII)

Science and Math Education Center (SMEC)
Faculty of Arts and Sciences
American University of Beirut, Lebanon
May 21-22, 2004

## CONFERENCE CO-CHAIRPERSONS

**Dr. Saouma BouJaoude**
Dr. Marjorie Henningsen

## CONFERENCE RESEARCH PRE-SESSION COORDINATORS

Dr. Saouma BouJaoude
Dr. Murad Jurdak

## PROGRAM CHAIR

Dr. Tamer Amin

## LOCAL ORGANIZING COMMITTEE

| | |
|---|---|
| Alia Zaidan | Beirut Baptist School |
| Enja Osman | Hariri II High School |
| Fady Maalouf | Al-Hoda School |
| George Rizkallah | Sagesse High School |
| Hala Imadi Harb | Rawda High School |
| Maha Hariri | Eastwood College |
| Faten Hasan | Al-Kawthar School |
| Ghada Saad | Brumana High School |
| Murad Jurdak | AUB |
| Noha Mazraani | American Community School |
| Norma Ghumrawi | Al-Bayader School |
| Randa Abu Salman | St. Mary Orthodox College |
| Rima Khishen | International College |
| Souad Achkar | AUB |
| Wissam Khoury | St Joseph School |
| Yolla Sawan | International College |

## SMEC SUPPORT STAFF

Ms. May Abu Shakra
Mr. Hanna Helou

# ACKNOWLEDGEMENTS

**The SMECVIII Conference Committee wishes to thank the following persons, organizations, and companies, all of whom contributed significantly to the organization and success of this year's conference:**

*Dr. Ghada Gholam, UNESCO Cairo office*
*Roula Dagher, Arabia Insurance Company*
*Dr. Peter Heath, University Provost*

*Dr. Khalil Bitar, Dean of Faculty of Arts & Sciences*
*Education Students Society*
*All Prints*
*Heinemann*
*McGraw Hill*
*Pearson Education*
*Houghton Mifflin*
*NSP Program and EDC*
*Dr. Kassem Shaaban, Chair of the Department of English*
*Mr. Fady Maalouf, Al Hoda School*
*Socrate Catering*
*Ms. Waddad Husseiny, Student Activities*
*Mr. Tannous Touma, School of Medicine*
*Mr. Elie Issa, University Physical Plant*
*Captain Saadalah Shalak, Campus Protection Office*
*Mr. Ibrahim Khoury, AUB Information Office*

**We do apologize for any significant omissions.**

# SMEC VIII 2004 MISSION STATEMENT

The SMEC Conference is an annual event designed to promote the continued development of a professional community of mathematics and science teachers across Lebanon and throughout the region. Specifically the conference aims to:

- Provide an intellectual and professional forum for teachers to exchange theoretical and practical ideas regarding the teaching and learning of mathematics and science at the elementary, intermediate, secondary, and post-secondary levels

- Provide a forum for teacher educators and researchers to share their findings with science and mathematics teachers with a special emphasis on the practical classroom implications of their findings

- Provide an opportunity for science and mathematics teachers to interact with high-caliber science and mathematics education professionals from abroad

- Contribute to the ongoing development of a professional culture of science and mathematics teaching at the school level in Lebanon and in the region

- Raise awareness of science and mathematics teachers about the array of curriculum and supplemental classroom materials available to them through publishers and local distributors

## Plenary Sessions

**Math:**
Improving the Quality and Usability of Research in Mathematics Education (E)
Presenter: Dr. Edward Silver ..... 7
*Sponsored by Faculty of Arts and Sciences*

Fostering Algebraic Reasoning for All Levels (E)
Presenter: Ellen Grace ..... 21
*Sponsored by McGraw Hill*

**Science:**
Mediated Modeling for Meaningful Learning of Science (E)
Presenter: Ibrahim Halloun ..... 22

Spinners and Springs (E)
Presenter: John Stringer ..... 50
*Sponsored by Heinemann*

**Math & Science:**
Getting at What is Worth Knowing and Doing in Math and Science (E)
Presenter: Ellen Alquist ..... 50
*Sponsored by Pearson Education*

## Research Sessions

**Math:**
The Preparation of Secondary School Mathematics Teachers
Presenter: Mohamed El Amin Ahmed El Tom ..... 51

Some Research Issues Raised in the MARAL Project in Lebanon
Presenters: Samar Zebian, Marjorie Henningsen ..... 52

Strategies and errors in secondary mathematics: Raising pupils' levels of thinking in geometry (measurement) through intervention
Presenter: Ghada Gholam ..... 55

The development of a calculator booklet and its effect on teachers' attitudes towards calculator use in math classes (Grades 6-12)
Presenter: Houssam Kasti ..... 65

Information Technology as a Tool for Teaching Primary Mathematics
Presenter: Nehme Safa ..... 66

أثر تدريس مادة الحاسوب على مستوى القلق من الحاسوب لدى طلبة كلية التربية في جامعة تكريت
Presenter: سعيد حسين على الثلاب ..... 80

استراتيجيّات التفكير التي يوظفها معلمون مهرة عند تدريس الرياضيّات في الأردن
Presenter: سميلة الصباغ ..... 81

Differences in computer Self-efficacy as a function of scores on computer attitudes of pre-service math teachers in Oman (E)
Presenter: Adnan Abed ..... 89

Teacher Behaviors that support and inhibit high level thinking in Lebanese elementary mathematics classrooms: An in depth case study of five lessons (E)
Presenter: Yasmine Zein ..... 90

Etude de cas: Transition vers l'Abstraction et le Raisonnement Déductif au Début du 3ème Cycle, Education de Base (F)
Presenter: Naim El-Rouadi ..... 91

**Science:**

بحوث التربية العلميّة في اليمن: مراجعة للأدبيّات
Presenters: محمد مي و داوود الحدابي ..... 92

البيئة الصفيّة الواقعيّة والمفضلة في حصص مادّة الفيزياء من وجهة نظر طلبة المرحلة الثانويّة بسلطنة عمان
Presenter: عبد الله بن خميس أمبو سعيدي ..... 96

مستوى التنور العلمي لدى طلبة الصف الحادي عشر في محافظة القدس
Presenter:سمية عزمي المحتسب ..... 113

أثر تدريس وحدة دراسية وفق مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع على التحصيل وعمليات العلم والاتجاهات نحو الفيزياء لدى طلبة الصف الثاني الثانوي في الجمهورية اليمنية
Presenter: خالد عمر أحمد ..... 123

تدريس العلوم والاستنارة العلمية فى المرحلة الإعدادية
Presenter: رشدى فتحي كامل ..... 133

تقويم تجربة الامتحانات المركزيّة الجامعيّة في الجامعة التكنولوجية
Presenters:عبد الحسين غانم صخي و غيدا كريم ياس ..... 148

تقويم آداء التدريسيين والطلبة في الجامعة التكنولوجيّة قسم التعليم التكنولجي في ضوء النتائج الامتحانية دراسة تتبعيّة
Presenters: عبد الحسين غانم صخي، ضاري يوسف السمرائي، انمار ناطق ..... 155

إعداد وتنفيذ برنامج تعليمي لدراسة ظاهرة الكلال
Presenter: داليا ناظم عبد الحميد التحافي ..... 156

Blending the intellectual and the moral in pursuit of deeper understandings:
The teaching and learning of physical sciences in Lebanese middle school classrooms
Presenter: Sara Salloum ..... 157

Environmental knowledge and attitudes of Lebanese secondary school students in the Greater Beirut area
Presenters: Maha Haidar Makki, Fouad Abd-El-Khalick, Saouma BouJaoude ..... 164

Effect of inquiry-based strategies on students' retention of basic concepts in electricity
Presenter: Nada Chatila Afra ..... 167

Parents' perceptions of science and science teaching
Presenters: Lina Hajj, Saouma BouJaoude ..... 177

Niveau d'entrée et conceptions de futurs enseignants libanais de Biologie à propos de la recherche (F)
Presenter: Andrée Thoumy ..... 198

Students, teachers and coordinators perceptions of the challenges associated practical work in secondary science (E)
Presenters: Hassan H. Tairab, Ali K. Al-Naqbi ..... 207

## Idea Exchange Session

**Math & Science:**
Supporting Students with Special Needs within Regular Classes ..... 216

## Practical/ Interactive Sessions

**Math:**
Exploring Dynamic Geometry Using Cinderella
Presenter: Robert Pour ..... 216

**Science:**
From Story to Science Experience – Making Science Come Alive Through Children's Literature
Presenter: Sharon Reed ..... 217
*Sponsored by Harcourt International*

What Does a Performance Assessment Task Attempt to Do in the Math Classroom?
Presenter: Maha El Hariri ..... 217

## Practical/ Interactive & Research into Practice Sessions

**Math:**
Homemade Math Games
Presenter: Nisreen Jabr ..... 218

Using Math Menu Activities in the Elementary Classroom
Presenter: Betty Koleilat ..... 218

Beyond Drill, Problem Solving Activities to Thrill and Promote Critical Thinking
Presenter: Dixie Schurle ..... 219
*Sponsored by Harcourt International*
Solving Problems or Problem Solving
Presenters: Bilal Basha, Manal Yehia ..... 219

Building Better Problem Solvers Through Problem Posing
Presenter: Edward Silver ..... 220
*Sponsored by AUB-FAS*

Solving Some Curricular Mathematics Problems in Elementary Classes
Presenter: Feryal Moghrabi ..... 220

Enhancing Math Instruction Through Multimedia Projectors
Presenter: Haitham Solh ..... 221

The Scientific Calculator in Secondary Math Classes
Presenter: Houssam Kasti ..... 221

Time for a New High School Function?
Presenter: Sean Stewart ..... 222

Ways to Develop Children's Mathematical Competencies
Presenter: George Wazen Sulaiman ..... 222

Teaching Math Humanely –Learning Math Naturally
Presenter: Rima Halabi ..... 223

CABRI Geometry: A Tool for Teaching Geometry
Presenter: Sahar Zaarour ..... 223

Student-Centered Problem Solving: Teaching and Learning Mathematics in a TESOL Environment
Presenter: Graeme Ward ..... 224

**Science:**
Introducing Technology in the Teaching of Physics
Presenter: Viviane Khoury Saab ..... 224

كيف نعمل على تعديل منهاج الكتاب المدرسي لخدمة أهداف المنهجية الجديدة؟
Presenters: Suhair Al Hajj, Rana Slim ..... 225

Genetics Through Playing Cards
Presenter: Fouad Malek Bakkar ..... 225

Teaching Through Inquiry
Presenters: Mary Therese Tutunji and S. Suleiman ..... 226

Discordant Results as a Hypothetical Source of Questioning
Presenters: Andree Thoumy, Firass Al-Itaoui ..... 226

Using an Example of a Controversial Issue to Learn About Science
Presenters: Hayat Hokayem, Mariam Klait ..... 229

Moving Pictures in Your Science Teaching
Presenter: John Stringer ..... 229

*Sponsored by Heinemann*

A Physics Performance Task: Projectile Motion
Presenter: Oscar Eid ..... 230

AA+ _ Alternative Assessment: Examples from Science
Presenters: Dania Tarabishi, Nada Afra ..... 230

Using Portfolios, Assessments, Stories, Songs, Activities, Body Language, and Crafts in Teaching Science
Presenter: Nadia Al-Iskandarani ..... 231

Scientific Literacy in Elementary Classrooms
Presenters: Faten Jibai, Maha Khattab, Inar Zein ..... 231

Answering Official Exam Questions: What Do the Verbs Used in Exam Questions Imply
Presenter: Zarifeh Jarjour ..... 232

Designing Performance Tasks in Biology
Presenter: Ghada Feghali ..... 232

Teaching Science for Everyone
Presenters: Ramzi Ataya, Heba Daouk ..... 233

What is a Performance Task?
Presenters: Samar Noueihid, Huda Tarraf ..... 233

Teaching Science Using Games and Songs
Presenter: Nibal Hamdan ..... 234

Improving Reading and Writing Skills in the Science Classroom
Presenters: Nahla Jamaleddine, Rima Khishen ..... 234

Using Craft Activities in the Science Classroom
Presenter: Nahed Zreik ..... 235

**Math & Science:**

Active Learning Approach: Experience of Schools in Upper Egypt
Presenters: Malak Azer, Ali El-wardany, Hannan Saad ..... 235

Attending to Students' Learning Styles in the Classroom: A Link between Theory and Practice
Presenters: Liana Jaber, Maha Al-Qura'n ..... 236

Motivational Techniques for Science/ Math Classrooms
Presenter: Rola Ramez Katerji ..... 236

## Extended Workshops

**Math:**
How Can We Know What They Know?
Presenter: Ellen Alquist ..... 237
*Sponsored by Pearson Education*

**Science:**
Bacterial Growth in the Laboratory
Presenter: Medhat Khattar ..... 237

Développer chez l'élève, du cycle primaire, l'aptitude à construire un raisonnement scientifique
Presenter: Andrée Chaoui ..... 238

**Math & Science:**
From Picture Books to Problem Solving in Math and Science
Presenter: Ellen Grace ..... 238
*Sponsored by McGraw Hill*

# Improving the Quality and Usability of Research in Mathematics Education

Edward A. Silver
Chair of Educational Studies
University of Michigan, USA

In the United States there is an unprecedented amount of attention being paid to research in education. Calls have been made for improvements in educational research so that *scientific evidence* and *research-based practices* can guide educational improvement. As part of this public and professional discourse on educational research, mathematics education research has been subjected to considerable critique. In this talk, I will offer some observations about the accomplishments and shortcomings of research in mathematics education and a few suggestions about to enhance both the quality and impact of research in and on mathematics education. Although references will be made to the current discussions about research in the U.S., the issues raised are pertinent within the global community of researchers in mathematics education.

*(Due to unavoidable circumstances, Dr. Silver's plenary address was delivered by Dr. Marjorie Henningsen)*

I deeply regret that I am unable to be with you today in person, but I am delighted that my words and thoughts can be shared with you on the occasion of this important conference. I hope that circumstances will permit me to participate in person on another occasion in the near future.

My remarks for this conference are closely related to those I delivered last month in the opening keynote address at the 2004 Research Presession to the annual meeting of the National Council of Teachers of Mathematics in the United States. The ideas in this talk were well received in that venue, and I hope they will travel well across the bodies of water, time zones, and cultural/societal differences that separate the U. S. and Lebanon. Although references will be made to the current discussions about research in the U.S., I think the issues raised here are pertinent within the global community of researchers in mathematics education.

In the paper I have prepared for this occasion I will try to do three things: 1) Discuss research in mathematics education in light of current debates about the quality of education research in general and mathematics education in particular, 2) Make a few suggestions about how we might enhance the research endeavor in mathematics education in relation to matters of research design and methods, and 3) Offer some thoughts about how we might rethink issues of research and relevance in mathematics education research with an eye toward better connecting research to practice, thereby increasing the potential impact of our research.

## Setting the Context

There is little room for doubt that these are exciting times for education researchers in the United States. Indeed, some might say TOO EXCITING. For too many years, education research and scholarship has generally been ignored by

practitioners and policy professionals alike. But that is no longer the case! In fact, there is a surprising amount of attention being paid to the improvement of research in education. Many policy makers and some education professionals have called for greater rigor in educational research so that *scientific evidence* and *research-based practices* can guide educational improvement.

To make this point clearly consider the following quote from the U.S. Department of Education's Strategic Plan for 2002-2007:
"Unlike medicine, agriculture, and industrial production, the field of education operates largely on the basis of ideology and professional consensus. As such, it is subject to fads and is incapable of the cumulative progress that follows from the application of the scientific method and from the systematic collection and use of objective information in policy making. We will change education to make it an evidence-based field."

Making education more scientific is not a new idea. In her book, *An Elusive Science*, Ellen Lagemann has detailed the torturous history of education research. She notes that, since its inception about 100 years ago, education research has met with skepticism because it appears to be unscientific in comparison to research in physical and biological domains. Indeed, education research has rested on a foundation of work in the social sciences, such as psychology and anthropology. Yet the validity of the social sciences themselves as *scientific* enterprises has been debated numerous times in the past century. Efforts to cast education research as a scientific field have been challenged almost continually, both from within and from outside the field. As a consequence, education research does not hold high status in the academic community, nor is it viewed as persuasive in political debates.

Although efforts to make education more scientific have occurred at other times in the past, it has never before been the case that the demand for scientific evidence and research has come from OUTSIDE the research community -- from the policy and practice communities.

In response to our suggestions regarding improvements to existing programs and practices in mathematics education, members of these communities are increasingly asking us, "Where's the evidence? Does it Work?"

Because of the current emphasis on students' mathematics achievement resulting from the annual testing required by federal legislation in the United States, research in mathematics education has been the subject of considerable scrutiny.

And the feedback is not very good. Many in the policy and practice communities have criticized research in mathematics education as inadequate to the task of guiding their work.

For example, Rod Paige (the U. S. Secretary of Education) and Russ Whitehurst (director of the Institute for Educational Science, the new agency that is responsible for education research within the U.S. Department of Education) have both noted that "the research base in mathematics education is thin (when compared with research on reading). What research in this field provides is mostly educated guesses rather than strong direction." To underscore this point, Phoebe Cottingham, one of the commissioners at the IES recently proclaimed that the research knowledge about teaching mathematics is "pathetic" – she went on to say "we have no basis for making decisions abut programs, our policies, even what teachers do or what kinds of materials they use."

Policy makers in Washington DC are not the only ones who find research in mathematics education (RME) to be lacking. The current pressure on educational practitioners to produce scientific evidence to justify their work has caused many to have greater interest in education research. Unfortunately, they do not consistently find

what they need in what we now have to offer. And it is not at all uncommon to hear practitioners lament that RME is simply too theoretical – disconnected to the problems of practice that they face.

Thus, many policy makers and practitioners appear to agree that RME has not succeeded in developing needed knowledge to guide policies and to improve practice. To these folks who are our critics, I say, "Yes, you are right!" It is clear that we need to improve our research and enhance our research knowledge base if we are to succeed I providing sound guidance for policy and practice related to the teaching and learning of mathematics.

But to those in the RME community who think that the criticisms of policymakers are overstated and off the mark, I also say, "Yes, you are right!" In that spirit, I'd like to propose a few examples which show that RME appears to have much to offer, though much of what we have to offer is apparently not in a form that is readily usable by policy makers and practitioners.

The first example is the existence of a solid research base for instruction in early number.

*Adding It Up,* a publication of the (U.S. ) National Academy of Sciences, represents the culmination of a lengthy review of research literature on elementary school mathematics learning and teaching completed by a panel comprised of mathematicians, psychologists and mathematics education researchers. This multi-disciplinary panel reviewed hundreds of studies and identified a critical mass of research evidence that met all of its criteria: relevance to important problems/issues, soundness with respect to research methods, findings and conclusions that could be generalized beyond the bounds of a particular study, and sets of findings that converged in consistent ways toward clear conclusions.

As another example, I would argue that we have, over the past 25 years or so, accumulated a rich understanding of mathematics in action – in the process of solving of mathematics problems, in the activity of adults and children in school and out of school, and in the interactions among students and between students and teachers in school.

Yet another example is the progress made in establishing the value of learning mathematics with understanding – the importance of prior/informal knowledge, the inflexibility and disconnectedness of knowledge that is acquired without understanding, and the robustness and coherence of knowledge that is acquired with understanding. Even Russ Whitehurst – one of the most vigorous critics of RME -- concedes that the importance of learning with understanding has been amply demonstrated in our research!

I have no doubt that many of you could generate additional examples to add to my three.

And so we see that: "Yes, indeed, both groups are right!" As proud as we can be of our accomplishments as a field, there is also little room for disagreement that the quality of education research needs to be enhanced. As much as we might want to shrug off the comments of our harshest critics as uninformed and biased, there is no doubt that there is also just enough validity to their critique to suggest that we would be wise to find new ways to address the perceived shortcomings of research in mathematics education.

In the remainder of my talk I want to share some of my thoughts about how we might respond to this critique and the challenge it represents. I will focus on two key elements in the current critique: 1) research design and methods and 2) research relevance and usability. Each will be discussed in turn.

**Research Design and Methods**

Seeking a simple way to make education research more scientific, policy makers in the United States have turned to medicine, especially the compelling model of medical research offered by the (U. S.) National Institutes of Health (NIH). As a consequence, one now hears frequent calls for education research that meets the so-called gold standard of research supported by the NIH; namely, double-blind, experimental designs with random assignment to clinical trials. According to the current prevailing view among policy makers, educational progress will not be made unless and until we have this kind of research in hand to guide decisions.

To those who say that randomized clinical trials (RCTs) might help us generate needed knowledge in the field, I say, "Yes, you are right!" But to those who are skeptical about the value of this model of scientific evidence for education, I say, "Yes, you are also right!".

There are many reasons one might offer for being skeptical about this proffered solution to the problems faced by education research. I will mention just a few.

First, as Howard Gardner recently noted in an essay that appeared in *Education Week*, this scientific model does not account for the development of many excellent educational programs around the world, ranging from the Reggio Emilia preschools in Italy to colleges and universities in the United States. These educational programs are not based in any rigorous way on the kind of scientific evidence in current demand.

Second, as David Berliner recently observed in an article in the *Educational Researcher*, there are many views of science and scientific inquiry, and by at least some of these views, educational research may be the "hardest science of all" because it must deal with complex contextual elements and interactive human concerns. "A science that must always be sure the myriad particulars are understood," Berliner argues, "is harder to build than a science that can focus on the regularities of nature across context." Berliner's point about the diversity of sciences is important, especially when one considers the growth of scientific knowledge in fields such astronomy or geology, which are fields in which experimentation of the sort done in medical studies is hardly possible. Knowledge grows in these scientific arenas through a combination of theory development and empirical observation not unlike what we do in some of the best education research.

A third reason to doubt the wisdom of a wholesale adoption of the medical model is that medical research, even when done well, is often not conclusive, either because of conflicting findings or because of the impossibility of conducting definitive experimental studies. Consider, for example, the medical evidence currently available to middle-aged women regarding the efficacy of hormone replacement therapy or the necessity of annual mammograms. Moreover, even when evidence is available, it is not always used by medical professionals in clinical practice, as is evident from a recent study of care provided to Medicare recipients. That study, published in the *Journal of the American Medical Association*, found on average that patients had less than a 75 percent chance of receiving the appropriate, proven treatment their condition required. Thus, it seems that medical research also suffers a disconnection from the world of practice, which has, of course, also been a longstanding critique of education research.

And the last reason I will mention as a cause for skepticism is the fact that the current attraction of policymakers to scientific evidence appears to be selectively applied. It is difficult not to be cynical when the policy makers call for greater scientific integrity in education research and then appear to distort scientific research findings to support the policies of the current administration. Moreover, they to turn a deaf ear to

scientists as they make a compelling case for federal support for stem cell research, environmental controls, and other ventures that clash with ideological perspectives and political goals of those in power. Even as demands are made for education research to become more scientific, more than one national repository of research reports and information has been purged, thereby inhibiting current and future researchers from exhibiting one of the hallmarks of good scientific inquiry -- building a cumulative base of knowledge. As government officials promulgate that an educational innovation should not be used on a large scale unless and until scientific evidence shows conclusively that it works; at the same time, spend large sums of money are spent to support programs with little or no evidentiary support.

What unites all these examples of seeming incongruity is a rhetorical preference for science but an action-oriented preference for ideology among the group of politicians and policy professionals who currently control the decisions. As a consequence, many in the field of education research now worry that ideology and orthodoxy rather than scientific quality and integrity will guide decisions about who receives federal funding for research and development. Such fears are not groundless; some projects with questionable leadership and flimsy premises, but which are deemed to be ideologically appropriate, have been funded without rigorous peer review.

Ironically, many of the politicians who now demand experimental evidence based on randomized trials that control for or ignore variations across contexts are the same ones who argue for the importance of local (rather than federal) control of educational decision making because of the need to attend to the nuance of local needs and preferences.

As tempting as it is to greet with cynicism the current policy initiatives regarding education research, we would be wise to consider other responses as well. *To make my point, I want to tell you about a book that I recently enjoyed reading. Being fond of puzzles and word play, I was attracted to Ella Minnow Pea, a novel by Mark Dunn .*

*Ella, the main character in this book, is a girl living on a small island off the coast of North Carolina. This fictional island is famous for only one thing – it was once the home of Nevin Nollop, author of what is arguably the most famous English language pangram, a phrase containing all the letters of the modern English alphabet: "The quick brown fox jumps over the lazy dog."*

In a central location in the main town on this island is erected a statue to Nollop. High above the monument is a structure to which are affixed tiles, each containing one letter, that spell out the most famous of all sentences to the residents of the island.

*The novel's story line evolves as tiles progressively, yet mysteriously, fall from the tower. The community leaders interpret this as a signal that the letters are no longer useful. When a letter falls from the tower, it is banned from use. Because the residents of the island communicate quite frequently by writing letters, the reader of Ella Minnow Pea is able to see the linguistic impact of the removal of letters from the available alphabet. The novel is thus quite enjoyable because of the author's deft treatment of language, as residents engage in a relentless search for synonyms and alternate modes of expression that avoid the use of banned letters.*

*But the novel is also an allegorical tale of the effects of censorship and civil disobedience on a community. Some residents report their fellow citizens for violations of the decrees and struggle to align their behavior to the new and oft-changing norms; whereas, others endeavor to resist the oppression imposed upon them and to restore their right to free expression. I will resist the urge to reveal here the dramatic (and pangrammatic) ending!*

So, now you are asking, "What does Ella Minnow Pea have to do with research in mathematics education?" Yes, you are right to ask this question! And I will tell you.

*The analogy may be a little strained, but one might argue that researchers in mathematics education have in recent decades erected a monument to qualitative research methods and non-experimental modes of inquiry*.

As a professional colleague in a field other than mathematics education recently observed, "These days it seems that mathematics educators are a bunch are quantitatively competent individuals who are determined to conduct only qualitatively oriented studies." Although this characterization may be overstated, it does reflect a discernable shift in perspective in our field that has occurred over the past 25 years.

This shift to qualitative modes of inquiry occurred in large part as a response to the perceived inability of classical experimental and quasi-experimental research methods and modes of inquiry to ask and answer the questions that seemed to be most important. Researchers wanted to know more than whether a treatment worked; they also wanted to know how it worked, why it worked in some cases and not others, and they wanted to know about a range of issues that were apart from specific instructional treatments and interventions. It is very important that we remember this as we are pressed to return to experimental designs intended to answer the question, "Does it work?"

There are many related questions that qualitative research designs and methods allow us to ask and answer, such as

Unpacking just the first two, in the case of an instructional intervention such as a set of curriculum materials for students, we can see the complexity that is embedded in the seemingly simple question that policy makers want us to be answer: Does it work? What is "it" & what does it mean to "work?"

The historical turn toward qualitative modes of inquiry is strongly associated with significant advances in our knowledge over the past several decades, such as those mentioned earlier in my talk: a rich understanding of mathematics in action and establishing the value of learning mathematics with understanding.

Despite the good reasons for the rise of qualitative research methods of inquiry in our field and many advances in knowledge that we can point to as a consequence, recent promulgations by policy makers in the United States suggest that tiles are beginning to fall from our qualitative research tower. Because research in mathematics education is seen as inadequate and unable to guide educational policy and to provide strong, credible direction for improved educational practice, decisions about the funding of educational research are increasingly being influenced by this call for a re-turn of the field toward experimental modes of inquiry.

Although, as we have seen, there are many reasons to be skeptical about both the intentions and the wisdom of those who are pressing the field in this direction, there is also much that we might gain from treating this pressure from outside sources as an opportunity to inspect our work and revitalize our field.

We would be wise to examine carefully the research designs and methods we employ and note that issues of deep concern to the field of mathematics education can be studied using quantitative as well as qualitative approaches. We should remind ourselves, as well as those who criticize our work, that both qualitative research methods and quantitative research methods can and should be applied rigorously. And we should examine the research training provided in our doctoral programs and infuse a new emphasis on the conduct of high quality research.

If we are honest with ourselves, we will acknowledge that all is not well in the land of qualitative research in mathematics education. If RCTs constitute the gold

standard in the quantitative research world, then ethnography would arguably be the gold standard in the qualitative research realm. A sober assessment of progress to date suggests that we are far from meeting this standard in most of the work done in our field. We face a number of challenges.

Although qualitative designs and methods abound in dissertation studies, the quality of preparation to conduct rigorous qualitative research is far from adequate. As a recent survey of U. S. doctoral programs in mathematics education revealed, many institutions in my country offer a doctorate in mathematics education, yet only a small number of these have the capacity to deliver high quality preparation in qualitative research methods.

During my term as editor of *JRME*, I can say with assurance that abuses are common in the application of grounded theory and case studies in articles submitted by novice researchers in our field. And among more seasoned researchers, the number of folks prepared to provide rigorous reviews of qualitative studies is very small when compared to the number who indicate that they are able to do so when filling out the reviewer information form.

The corresponding story for quantitative research designs and methods is also not consistently uplifting. Too few of our doctoral programs insist on and provide adequate preparation in an increasingly sophisticated set of quantitative data analysis techniques. This must change if we are to keep our field vibrant. It is easy to forget that the first generation of scholars in our field who moved into qualitative research endeavors did so with a solid foundation in the quantitative methods. We owe it to the next generation of researchers to equip them with solid training in a wide range of methods so that they will be able to attack the questions that matter most in ways that generate informative and credible evidence. We also need more individuals who understand sophisticated quantitative research methods so that they can review for *JRME*!

In the spirit of Ella Minnow Pea, we should look for ways to add more tiles to our collection, using them creatively in our individual and collective endeavors, even as we resist the efforts of some to restrict our use of the fallen tiles.

We would be wise to remember what our research advisors surely taught us in our formative years as scholars of educational research – choice of research methods should follow from (rather than precede) our choice of research questions, and they should be applied with care as we make and warrant data-based claims.

We should seize the current interest in scientific quality in our work and turn this into an opportunity to examine the quality of our research methods and the care with which we make and warrant claims in the conduct of both quantitative and qualitative research. We should do this not because policymakers are forcing us to do so in order to obtain funding, but rather because it is critical to maintaining the vitality of our research field. We should examine the research training provided in our doctoral programs and infuse a new emphasis on the conduct of high quality research. We must ensure that the next generation of professionals in our field is better prepared to meet the challenges of high quality education research.

I am talking about something that will be hard to do. It will be a challenge to work with colleagues in other subfields of education and with specialists in research methodology to develop the courses and experiences needed to help students learn to assume different epistemologies and become proficient in using different methods so that they can formulate and answer questions of educational importance. This is a much harder task than merely having our doctoral students come to "appreciate" other forms

of scholarship. Nevertheless, this challenge looms as a major one for us to address in the coming years.

It is counterproductive for us to view the quest for high quality research as a competition between advocates for or against particular research paradigms and methods. It is unwise – for those of us who conduct research in mathematics education as well as for those who criticize our research – to allow ideology to dominate judgments regarding quality and usefulness. What is needed is a deliberative process of examination and inquiry rather than preemptive proclamation, ideological isolation, and destructive demagoguery.

David Berliner recently argued that: "promoting debate on a variety of educational issues among researchers and practitioners with different methodological perspectives would help both our scholars and our government to make fewer errors. "Limiting who is funded and who will be invited to those debates is more likely to increase our errors" (p.20).

Through an open process of deliberation and debate about the quality, as well as the qualities of education research it should be possible to develop what Feuer, Towne and Shavelson (2002) call a scientific culture of education research within a community of education researchers and practitioners. Thus, they argue, the current demand for scientific evidence in relation to educational practice might be a catalyst for the improvement of the education research enterprise through the development of a "shared core of norms and practices that emphasize scientific principles."

This is a unique moment of challenge, and perhaps opportunity, for those who conduct research on mathematics teaching and learning. In addition to examining critically the portfolio of research designs and methods we employ in our work, I want to turn our attention also to the matter of relating our research to practice in mathematics education.

Relating research and practice is a very special matter for me. As I end my term as editor of the *Journal for Research in Mathematics Education*, I am reminded once again of how rare *JRME* is among major educational research journals. It is one of very few published by an organization whose membership consists primarily of teachers at the pre-college level. *JRME* is also rare in the portfolio of publications produced by the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). The intended target audience for NCTM's other journals and most of its books is teachers and those who work to prepare and support teachers in their work. In contrast, although *JRME* also contains research reports that could be of interest to practitioners, especially in the face of recent calls for research-based evidence, the journal's primary target audience is researchers. This unique situation offers many opportunities, yet it also poses some challenges for us to think about the relation between research and practice.

This is, of course, also not a new theme. Discussions germane to this topic can be traced back at least as far as the turn from the 19$^{th}$ to the 20$^{th}$ century. Despite the good faith efforts of many along the way, we find ourselves today facing critique from policymakers and school professionals that research in education (and mathematics education is no exception) is not helpful in guiding practical decisions related to setting education policies or modifying extant educational practices. In a recent article in the *Educational Researcher*, High Burkhardt and Alan Schoenfeld, two respected members of the mathematics education community, commented on the lack of application of most education research, but they suggested that the situation could be changed and offered a number of suggestions that I commend to you attention.

Tonight I also want to underscore the importance of reducing the gulf between research and practice, and I want to suggest what I hope will be a somewhat novel

approach to accomplishing this goal. To do this I want to consider briefly four metaphors that are used in discussions about the relation of research and practice. The four are the Pipeline, Border Crossing, Jeffersonian Endeavor, and Pasteur's Quadrant.

To these four -- each of which highlights some important aspects of the problem we face in this endeavor – I will add a fifth – a particular Saturday Morning Radio Program -- that is not yet so commonly used in professional discussions. But I hope you will agree with me that it might be useful nevertheless.

First, the pipeline. This is perhaps the oldest of all metaphors for the relation of research and practice. It refers to the process by which research moves into applied settings via research publication (or some other form of dissemination, such as a newsletter summary or a published curriculum or other product that embodies the essence). This metaphor suggests a clear pathway from basic research to applied practice. Many have commented on the limitations of this approach, yet some version of it remains widely used and still appears to dominate the responses to queries about impact when individuals submit proposals to NSF or other funding agencies.

When bodies of research knowledge accumulate, the pipeline can be a reasonable portrayal of the movement of this corpus of knowledge in an area into policy or practice. In our world, one might argue that the pipeline describes fairly well the process by which the aggregated knowledge obtained in many years of research regarding young children's development of concepts of number and operation has found its way into the design of curriculum materials for the early grades.

A second metaphor is border crossing, or its close relation boundary exploration. International travel provides one experience base from which to think about the ways in which the metaphor of border crossing might apply to the relationship between research and practice in mathematics education.

Currency exchange is one phenomenon encountered as one travels between the United States and other countries. Thinking about currency exchange highlights one of the challenges faced by those who seek to traverse the border between research and practice in mathematics education. In the research community, the valued currency is theory. Theoretical perspectives are central. Work that contributes to the development or refinement of theory is highly valued.

In contrast, across the border in the land of educational practice, the valued currency is practical application. Work has value in this community to the extent that it can be directly applied to the improvement of some important domain of practice -- such as curriculum design, assessment development, or classroom instruction.

Although the residents on each side of the border between research and practice have different currency valuation schemes, they can productively engage in exchange. Researchers have much to offer, including theoretical perspectives that might be useful in framing and describing practical issues and problems, research methods that might illustrate data-collection practices with practical utility, and findings that possess sufficient generalizability to support appropriate use in applied settings. Practitioners also have much to offer, including a set of important issues and concerns that could and should be addressed in research, a collection of insights gained in and through practice, and a passionate concern for the improvement of education. The two groups have much to gain from collaboration in the borderlands between research and practice.

Although we are undoubtedly quite far from realizing the educational research equivalent of the Euro, which would allow immediate passage across the border with no need for currency exchange, some have found this to be a good way to think about how to reduce the gulf between research and practice. The development of a research

meeting prior to the annual conference of practitioners in Lebanon is one example of how this might be happening, as is the inclusion on both programs of sessions regarding teacher-conducted research and the publication of research-related articles in journals intended for teachers. Also, one might see the considerable interest in video and narrative cases as illustrations of so-called boundary objects that have value and meaning to the residents on both sides of the border and around which mutual learning and productive exchanges can occur.

As progress continues in efforts to promote more border crossing, those who dwell on each side should seek to understand and respect the world across the border. In order to succeed, our efforts to traverse the border between research and practice must reflect an appreciation for and understanding of the culture and customs of those across the border, thus leading to genuine collaboration and respect.

The third metaphor I will mention briefly is Jeffersonian endeavor. According to this view, the gulf between research and practice can be reduced by choosing to work on complex problems that are both socially important and scientifically promising. The reference to Thomas Jefferson acknowledges his penchant for providing funding for such ventures during his time as President of the United States and in other policy-making roles. The exploration of the Northwest Territory in the U.S. is a wonderful example of a problem that he sought to address by funding the Lewis & Clark expedition, which not only opened trade routes across the country but also generated considerable botanical and other scientific knowledge through the collection of soil, water and plant samples along the journey.

One might argue that several decades of research related to gender equity in mathematics is a good example of a topic that fits this characterization. Indeed, at an earlier point in this talk, I might have used gender equity as another area in mathematics education where we have accumulated a critical mass of usable knowledge form research. Those of us who have worked on equity-related research in low SES communities or with underserved populations, and those who are now looking carefully at the preparation needed by children entering first grade so that they can succeed in school mathematics, may find this metaphor useful in thinking about how our research might inform policy and practice.

A fourth metaphor – Pasteur's Quadrant -- is one that has received considerable attention in national reports. This is drawn from a book with the same name by Donald Stokes. The core of this metaphor is a 2-by-2 matrix that crosses two important dimensions along which research activity might vary. The vertical dimension reflects the extent to which research activity is oriented toward contributing to the growth of fundamental scientific knowledge. The horizontal dimension reflects the extent to which the research is oriented toward contributing to the public good. Stokes discussed the work of Louis Pasteur – which he calls "use-inspired" basic research -- as representing an important example of research that was high on both dimensions – contributing both to the public good (initially in keeping milk from souring quickly and later in reducing the spread of infection in hospitals) and to the fields of biology and chemistry. I would be grateful to anyone in the audience who can point me toward examples in our field that fit this characterization.

The final metaphor I will mention is Saturday morning radio. To help us rethink and enhance the connection between research and practice in mathematics education.

One Saturday morning radio show that typifies how I feel much of the time when I interact with practitioners about how research can be used to answer the questions that concern them is Michael Feldman's show, Whad'Ya Know?. During my time as editor of JRME, I received a fair number of inquiries by e-mail or in person

from folks who wanted to know what research had to say about a great many things, ranging from the amount of homework that should be assigned to children at various grade levels to the optimal class size and grouping arrangement for fifth grade to the effectiveness of after-school tutoring on achievement in first-year algebra.

Most of the time, I found myself echoing the opening lines of Feldman's NPR show:

*Whad'Ya Know?*
*Not much. You?*

Fortunately, another Saturday morning radio show on NPR offered me a way to think about improving my situation. Naturally, I am referring to

Car Talk to familiarize those who do not know the show, let me provide a little background and a brief sample. There are several features of Car Talk that I want to mention because I think they are critical to my use of this as a metaphor for relating research and practice.

Responsive to needs of user – helping to distinguish important from trivial and dangerous from benign

Problem-solving orientation – problem formulation is a major part of the task

Proposed solutions draw on several knowledge types and sources – formal/abstract/principled knowledge (MIT grads, Wolfgang), practice-based, experientially derived wisdom (car repair service), and incidental/anecdotal (news reports, prior callers)

Solutions are not necessarily either complete (much work often remain for the caller and the ancillary agents that the individual draws upon) or self-contained (much may be left for further exploration).

There is some measure of accountability (Stump the Chumps!).

Advice is offered with humility and humor.

I offer Car Talk as a metaphor because I think the stance represented on this show and features I have noted could take us a long way toward addressing core tensions that impede the usability of our research in practice: tensions between theory and practice, between disciplinary and professional orientations, and between relevance and usability.

Mathematics education, and especially research in mathematics education, occupies a space at the intersection of many other academic disciplines. Sierpinska, *et. al.* (1993), noted that our field lies at the intellectual "*crossroads of many well-established domains such as mathematics, psychology, sociology, epistemology, cognitive science, semiotics, and economics*" (p. 276).

An essential characteristic of the field of mathematics education is that its questions and concerns are those that are deeply tied to matters related to the teaching and learning of mathematics. As such, the need for ties to other academic disciplines is obvious. For example, mathematics education is concerned with mathematics; hence it ties to such disciplines as mathematics itself and to epistemology. It is also concerned with human learning; hence it is tied to such disciplines as psychology and cognitive science. And it is concerned with teaching and communication, and the social and organizational settings in which teaching and learning occur, hence the ties to such disciplines as semiotics, sociology and anthropology.

Lying as it does within this disciplinary nexus, the field of mathematics education is able to benefit from the research paradigms and practices in these fields governing how research questions are framed, how research is conducted, and how results are reported. There is no question that the field has derived considerable benefit from these connections, as can be seen by perusing the pages of field's major research

journals or research summaries or syntheses. But the connections and benefits come with an associated cost. In particular, it is sometimes difficult to tell if the research or intellectual pursuit is directed at an issue or problem of import to mathematics education or to an issue or problem of greater concern to the associated academic discipline.

**A Tension between Theory and Practice in the Field of Didactics of Mathematics**

Mathematics education research is not unique in experiencing an apparent tension between theory and practice that is related to disciplinary connections. Educational research in general is subject to considerable scrutiny of its potential to produce results that can affect educational improvements. The core issue regarding the balancing of disciplinary-oriented and practice-oriented perspectives has also been addressed in the context of educational psychology. Writing a decade ago in the *Educational Psychologist*, Fenstermacher and Richardson argued that a "*dichotomy between allegiance to the discipline and allegiance to the activity of education troubles all foundational studies of education, whether philosophy of education, history of education or the psychology of education."* (p. 49). They discuss status-related pressures "to be disciplinary" within educational psychology, and ask *whether educational psychology will deploy its disciplinary tools and techniques in a morally grounded search for better ways to educate, or whether it will continue to perfect its tools and techniques within its disciplinary boundaries and then sally forth to argue how education should conform to these improved concepts, theories and research findings.* (p. 53)

If the words "mathematics education" are substituted for "educational psychology" above, then the issue is likewise posed for our field.

Fenstermacher and Richardson challenge educational researchers to examine their work with respect to its disciplinary ties and its educational obligations and to redefine the nature of educational research. Those of us who work in the field of mathematics education similarly need to consider the issue and decide how our field is to be defined and how our research inquiry is to be conducted.

One approach to a resolution is proposed by Fenstermacher and Richardson (1994). They point to a need for forging a common discourse among the scholarly research community and the educational practice community. In particular, they urge that we consider the importance of orienting our work toward a discourse community of educators rather than toward a discourse community of academic researchers. They argue that this reorientation involves changing the way one determines the problems to investigate:

If the inclination is towards the discipline, that is where one finds one's problems—among the theories, studies, funded research, and questions that *constitute the literature of the discipline. If the inclination is towards education, the problems are located in practice—that is, in actual attempts to instruct and learn.* (p. 53)

The reorientation also involves the way the research problem is framed—that is, framed in the discourse of educational practice rather than in the discourse of the academic discipline.

Now, I recognize that many folks have labored long and hard on the problem of defining RME as a discipline in its own right, and I admire much of this work. What I wish to point out here is that declaring RME to be a discipline of its own does not

necessarily resolve the tension between theory and practice identified by Fenstermacher & Richardson. It merely shifts the tension to new ground.

But what if we made a more radical shift in perspective? Suppose we decided to take seriously what it would mean for RME to be a profession as well as a discipline.

According to Lee Shulman, all professions appear to share six critical characteristics. The first is service to society, implying some kind of ethical and moral commitment to clients – say teachers and other school personnel, in our case.

Second, a profession has a body of scholarly knowledge. Deep familiarity with that knowledge forms the basis of the entitlement to practice one's profession.

Third, a professional also engages in practical action. That is, professionals bring their knowledge to bear on issues of practice.

Fourth, the members of a profession work with uncertainty, a condition caused by the different needs and the non-routine nature of the problems faced by those whom the profession serves. The complex world of schools, as opposed to the laboratory, provides this kind of uncertainty, entailing the need for a professional to develop judgment in applying the knowledge they possess.

Fifth, is the importance of experience in a profession: the non-routine nature of the problems of practice cannot be solved or ameliorated on the basis of theory alone nor by packaged, off-the-shelf solutions; thus, experience that has been reflected upon becomes the basis for professional action.

Sixth, there is an identifiable professional community, one that shares knowledge and develops professional standards.

Given these characteristics (which I hope you agree bear an uncanny resemblance to the features of Car Talk mentioned earlier! It seems clear to me that RME can be viewed as a profession as well as a discipline. Moreover, if we take this view seriously, I think that making better connections between research and practice.

To be sure, we need to frame and discuss research in mathematics education in ways that help practitioners, and even policy makers, to understand it and recognize its utility in addressing the problems of practice. I hope we can do this with great skill, as well as with humor and humility!

I want to express my appreciation for your careful attention to this paper and to the skillful presenter who has undoubtedly rendered my words in a more eloquent fashion than I ever would have been able to do. I wish you success in pursuing these ideas to the extent you deem reasonable in further discussion during this conference and beyond. I look forward to chances to interact with those who would like to do so around these and related ideas.

## References


Berliner, D. C. (2002). Educational research: The hardest science of all. *Educational Researcher, 31*(8), 18-20.

Dunn M. (2001). *Ella Minnow Pea*. New York: Anchor Books.

Fadiman, A. (1998). *The spirit catches you and you fall down: A Hmong child, her American doctors and the collision of two cultures.* New York: Farrar Straus & Giroux.

Feuer, M. J., Towne, L., & Shavelson, R. J. (2002). Scientific culture and educational research. *Educational Researcher, 31*(8), 4-14.

Gardner, H. (2002, September 4). The quality and qualities of educational research. *EducationWeek*, pp. 72, 49.

Hoff, D. J. (2002, January 16). Math and science could be big losers under new law. Education Week, pp. 20, 23.

Jencks S. F., Huff, E. D., & Cuerdon T. (2003). Change in the quality of care delivered to Medicare beneficiaries, 1998-1999 to 2000-2001. *The Journal of the American Medical Association, 289*, 305-312.

Kilpatrick, J., Swafford, J. & Findell, B. (Eds.). (2001). Adding it up: Helping children learn mathematics. Washington, D.C.: National Academy Press.

Lagemann, E. C. (2000). *An elusive science: The troubling history of education research.* Chicago: University of Chicago.

Ludmerer, K. M. (1985). *Learning to heal: The development of American medical education.* New York: Basic Books.

Morgan, R. (2002, January 18). Congress authorizes little money for math and science instruction. The Chronicle of Higher Education, p. A25.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author.

National Research Council. (2002). *Scientific research in education*. Washington, DC: National Academy Press.

Pellegrino, J., Chudowsky, N & Glaser, R. (Eds.). (2001). Knowing what students know: The science and design of educational assessment. Washington, D.C.: National Academy Press.

Rothstein. R. (2002, January 16). The weird science of the education law. The New York Times (national edition), p. A18.

Silver, E. A. (2002). Education research and education policy: Be careful what you wish for! *Journal for Research in Mathematics Education, 33*, 74-77.

Silver, E. A. (2003). Improving education research: Ideology or science? *Journal for Research in Mathematics Education, 34*, 106-109.

**********

## تحسين نوعية البحث و إمكانية استثماره في مجال تعليم الرياضيات

إدوارد أ .سيلفر
رئيس دائرة الدراسات التربوية
جامعة ميشيغن، الولايات المتحدة الأميركية

يوجد في الولايات المتحدة الأميركية اهتمام غير مسبوق بالبحث التربوي .وظهرت دعوات لتحسين نوعية البحث التربوي بحيث يكون الإثبات العلمي والممارسات المستندة اليه مرشدين للتطوير التربوي .ومن منطلق النقاش العام والمهني، كان البحث في مناهج وتعليم الرياضيات مجالا لكثير من النقد .في هذه المحاضرة سأعطى بعض الملاحظات عن إنجازات البحث وإخفاقاته في مناهج الرياضيات وتعليمها وكذلك بعض الاقتراحات لتعزيز نوعية هذه الأبحاث واثرها .ومع أن المناقشات الجارية حول الأبحاث في الولايات المتحدة الأميركية هي المرجع في هذه المحاضرة، فالقضايا التي ستطرح ستكون ذات مغزى أيضا لمجتمع الباحثين في مناهج وتعليم الرياضيات في العالم ككل.

**********

## Fostering Algebraic Reasoning for All Levels

Ellen Grace, USA
*Sponsored by McGraw Hill*

Helping students move from mathematical patterns to functions to relationships thus fostering algebraic reasoning must be a focus at all grade levels. As younger students work with function tables and older students graph linear equations on the Cartesian coordinate system teachers see growth in abstract reasoning and logic paths. Algebraic reasoning is essential for all students as they live in this high-tech world society and learn to communicate abstract ideas in logical sequences. The language of mathematics is universal and the logic of abstract algebraic reasoning is a crucial grammar for this language.

**********

# Mediated Modeling for Meaningful Learning of Science

Ibrahim A. Halloun
Science & Mathematics Education Department, Lebanese University, Lebanon
halloun@inco.com.lb; http://www.inco.com/halloun

Modeling theory provides science teachers with pedagogy for structuring course content and mediating learning activities in ways to help students evolve meaningfully and efficiently into the realm of science. A scientific theory is structured accordingly around a few basic models, with each model representing a particular pattern in the physical world and serving specific functions with regard to the pattern in question. Under teacher mediation, students go through well-structured modeling cycles. Each cycle is devoted to empower students with appropriate tools and skills, especially modeling schemata and schemes, for gradually constructing and deploying a particular scientific model while regulating their own knowledge about the physical world and the realm of science. Modeling schemata serve as organizational tools for students to structure their conceptions meaningfully and practical templates for teachers to plan and evaluate instruction efficiently. Modeling schemes foster development of tools, norms and rules of scientific inquiry, especially those of model construction and deployment. Students reach significantly higher levels of performance in their science courses under modeling instruction than under other forms of instruction.

Numerous movements have taken place in the last two decades to reform the state of science education worldwide. Reform has been called for following the alarming outcomes of local and international research on student knowledge in various scientific disciplines. Constantly throughout the second half of the twentieth century, research has been basically showing that traditional science courses of lecture and demonstration do not bring students up to meaningful understanding of course content. At best, most students who pass traditional exams do so only because of their capacity to recall theoretical statements and reproduce problem solving routines that they managed to memorize by rote and to retain in their memory for only a short time. In the meantime, research in cognitive science and the philosophy of science has been providing us with significant insight into expert and novice ways of inquiry about the real world, and urging us to bridge the gap between the two groups by bringing expert practices into the classroom. Many educators and concerned groups have in particular been advocating modeling practices that scientists resort to in their research (cf. Halloun, 2004, for an extensive list of references).

Modeling theory is originally a theory of science promoted by philosophers of science and cognitive scientists. This author has been developing it into a theory of science education for the last two decades. The pedagogical theory can be readily deployed into mathematics and technology education. It has originally been developed for physics curricula at the secondary school and college (university) levels (Halloun, 1984, 1994, 1996, 1998a, 1998b, 2000; 2001a; Halloun & Hestenes, 1987). It has recently been deployed into the broader field of science education (Halloun, 2004).

Modeling theory in science education is grounded in a number of tenets. Some of these tenets draw on the philosophy of science and are about the nature of scientific

knowledge and inquiry. Others draw on cognitive and educational research and are about learning processes in which students ought to get engaged in order to develop meaningful understanding of science. As discussed in this paper, the theory promotes a paradigmatic evolution whereby students transcend their naïve realism (or common sense) and evolve into the realm of science (section 1 of the paper). A special attention is paid for empowering students to structure the content of a scientific theory around a few basic models (§ 2) of well-defined structure (§ 3) and to develop stable skills of scientific inquiry (§ 4). The evolution is student-centered, teacher-mediated (§ 5). It is promoted through learning cycles (§ 6) that are structured enough to keep student activities and their by-products in line with scientific theory and inquiry, yet flexible enough to account for differences in students' initial knowledge state and to allow for insightful self-regulation. As such, modeling theory has constantly shown its efficacy when deployed in science education and especially in physics courses at the secondary school and college levels (§ 7).

## 1. Paradigmatic evolution

In 1910, Dewey argued that "the future of civilization depends upon the widening spread and deepening hold of the scientific habit of mind…, [the kind of habit] that to some extent the natural common sense of mankind has been interfered with to its detriment…; the problem of problems in our education is therefore to discover how to mature and make effective this scientific habit" (Archambault, 1974, pp. 190, 191).

About a century later, and despite numerous similar calls worldwide, Dewey's "creed of life" is not fulfilled yet. The reason is partly because, as Dewey argued, "science has been so frequently presented just as so much ready-made knowledge, so much subject-matter of fact and law, rather than as the effective method of inquiry into any subject-matter… a method of thinking, an attitude of mind, after the pattern of which mental habits are to be transformed" (ibid, pp. 183, 187, italics added).

The transformation Dewey is calling for is, from our point of view, a comprehensive transformation in student *natural paradigms*[1], i.e., paradigms about the physical world. It is a paradigmatic evolution from the realm of naïve realism or common sense to the realm of science. This entails an evolution of all aspects of student paradigms, aspects that extend from underlying canons to various conceptions (concepts, laws, and other theoretical statements), tools and processes, and that encompass various cognitive factors that affect learning.

Educational research on students' inquiry and conceptions about the real world reveals that their natural paradigms have many components that differ significantly from those of scientific paradigms, and that they are by far not as systematically, reliably or coherently articulated as their scientific counterparts. This should come of

[1] A paradigm is, for us, a conceptual system that governs explicitly a person's conscious experience in a given situation as follows (Halloun, 2004):

1. It determines the conditions that trigger every voluntary activity in the experience.
2. It sets forth standards, rules and guidelines for choosing and processing all that is necessary for the reification and continuous evaluation of the activity. This includes selection and analysis of empirical data when the experience is with physical realities.
3. It provides necessary conceptions, conceptual tools and methodology for conducting the activity and for refining the paradigm subsequently.
4. It supplies appropriate mnemonics for consciously retrieving necessary means and method from memory.

no surprise to us. Students are not afforded in their everyday life, or even at school, the sort of physical environment or the kind of social interaction that scientists are afforded in their observatories, research facilities and professional organizations. In this respect, scientists and students live in different worlds, and the two groups are driven by two different cultures (Cobern, 1995) of different goals, commitments, concerns and requirements (Reif & Larkin, 1991).

To each scientific paradigm corresponds a variety of student natural paradigms, and this, irrespective of the demarcation lines we might draw between various scientific paradigms. A student paradigm often consists of a mix of components some of which may be somewhat compatible with modern scientific paradigms, others at odds with the latter and often reminiscent of paradigms that dominated the pre-Galilean era of science, and that relied heavily on common sense, perceptual experience (Cobern, 1993; Halloun, 1986; Halloun & Hestenes 1985a; Helm & Novak, 1983; Novak, 1987, 1993).

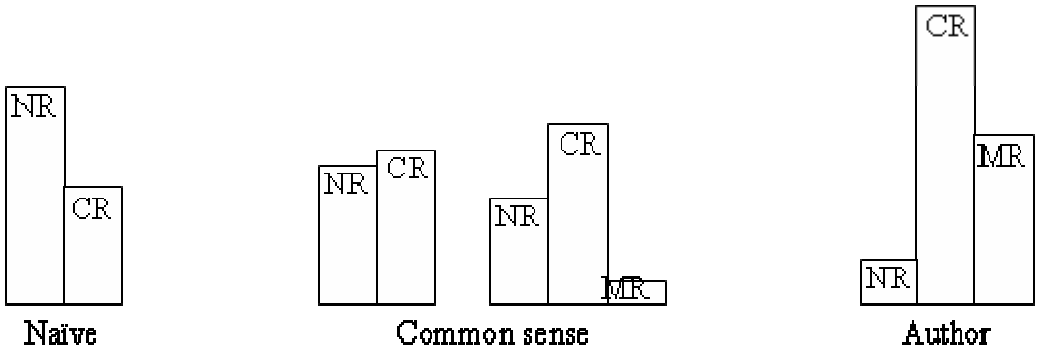



**Figure 1.** Paradigmatic profiles (Halloun, 2004).
Bars are not to scale in the above bar charts, and bars' relative heights reflect an ordinal and not a proportional order of magnitude.
My own natural paradigmatic profile is currently dominated more by classical scientific realism (CR) than by modern scientific realism (MR) because my professional experience has so far been concerned more with CR than with MR. The naïve realism (NR) dimension is mostly about physical realities that are the object of scientific fields outside my domain of expertise, and which I casually contemplate.

A given person does not necessarily hold a single natural paradigm. In fact, and as Bachelard (1940) and Mortimer (1995) argued, every human being, whether a student or a scientist, holds a mix of natural paradigms, some in agreement with science others at odds with it. These paradigms make up the person's *paradigmatic profile*. Various components of a paradigmatic profile may be at different levels of maturity and complexity depending on the individual's personal experience. In this perspective, a given conception may be confined to a single paradigm, or it may have different alternatives distributed across different paradigms (Halloun, 2004).

A scientist paradigmatic profile is dominated by two broad dimensions, i.e., two broad paradigms, one governed by *classical* scientific realism (CR), the other by *modern* scientific realism (MR). We speak of scientific *realism* because scientific conceptions *correspond* to physical realities, and each conception *represents* a set of these realities in specific respects and to a certain extent. This does not ignore the fact that scientists invent their conceptions (just like ordinary people do) in order to *re*construct, in a convenient way, what they represent in the real world. The viability of each dimension (CR or MR) is well established by a concerned scientific community within well-defined scopes and limits of approximation, and the two dimensions

complement one another in specific respects. A physicist may use a Newtonian model (from a classical paradigm) to study the motion of a given physical object, and then shift to a relativistic (modern) model to study the same motion or a similar one, should s/he desire to significantly improve the precision of the outcomes. In contrast, paradigmatic profiles of ordinary people, science students of all levels included, do not have their scopes and limits of viability well delineated, and various paradigms often overlap one another in conflicting ways. A student might have recourse to a particular model when studying a given movement (say, a positivist model), and then to a contradictory model (say, a classical, Newtonian one) when dealing with a similar movement actually governed, from a scientific perspective, by the same model.

The paradigmatic profile of an ordinary person may be in part underlined by a philosophy that is somewhat compatible with scientific classical realism, but that hardly touches on modern scientific realism. Still, no scientific dimension, including the classical one, can be as important for an ordinary person as it is for a scientist. Hence, while the profile of a scientist is dominated, to variable degrees, by CR and MR, the profile of an ordinary person often consists of an unbalanced and incoherent mix of paradigms governed by *naïve*[2] *realism* (NR) or some sort of classical realism (CR). We refer to the latter mix: (a) as common sense (CS) profile, when there is some balance between NR and CR, and (b) as naïve profile, when it is dominated by NR (Figure 1). Similarly, a non-scientific natural paradigm is referred to as naïve paradigm when dominated by NR, and as common sense paradigm when underlined somewhat more by CR than NR. A person with a naïve paradigmatic profile is called naïve realist.

What corresponds to a given science course in the dimensions of a student paradigmatic profile (mostly NR and CR) varies in content and size from one course to another, depending on the nature of the physical realities involved, and on student familiarity with these realities. The corresponding naïve realism dimension often consists of two parts. The first NR part corresponds to situations where the expressed naïve ideas may be locally coherent in the sense that they may allow apparently consistent inferences in closely related domains; these ideas may be considered as viable (with trepidation) when confined to these domains (Reif & Larkin, 1991). Some of the viable ideas might still be at the level of uncorroborated beliefs, while others could have already been corroborated in some respects, though insufficiently, in the student personal experience. The second NR part corresponds to situations where naïve realism could not apply under any circumstance, and where CR could be more appropriate from a scientist perspective. Like the first part, this one includes uncorroborated beliefs, as well as other ideas that appear to be duly corroborated in the student mind but whose claimed evidence is actually unreliable or not conforming to accepted scientific theory. The NR dimension is thus incoherent, and it often leads to inconsistent inferences and contradictions.

In contrast, the CR dimension of a student paradigmatic profile consists of ideas

[2] A good proportion of naïve realists hold, in many respects, a positivist perspective on physical realities, and believe mistakenly that modern science does the same. They believe that salient features of physical realities are exposed directly to our senses and that human knowledge, including scientific knowledge, mirrors the apparent world. Many of them believe, like Mach, that scientists do not admit the existence of any physical reality unless they can perceive it directly with their bare senses or with some instruments ("esse est percipi"). Naïve realists also maintain that one should, and can, observe physical realities without any influence of prior knowledge, and this in order to guarantee the objectivity of constructed knowledge. In this respect, they believe that scientists collect and analyze empirical data in an inductive Baconian approach, without any à priori hypotheses or any à priori judgment regarding primary (salient) and secondary (inconsequential) details on which they need to concentrate (Halloun, 2004).

that are all relatively viable. The size of this dimension by correspondence to a given science course is evidently smaller for students than for scientists concerned with the content of the course, and the more remote the course is from everyday life, the smaller the CR dimension in student profile. Needless to say that viability is not ascertained here to a high degree of rigor. A component of a student profile is considered "viable" only to the extent that it is closer to a scientific viewpoint than to a naïve one.

The mismatch between student and scientist natural paradigms takes in many respects the form of a "clash of cultures". For many students, and especially naïve realists, science looks like a foreign culture that is being forced on them and that can only be met with resistance (Cobern, 1995). At best, students resign themselves to the authority of teacher and textbook and learn things by rote only to satisfy curriculum requirements. They often end up with a sort of *cognitive dissonance* between what they learn in science courses and the way they interact with physical realities of everyday life, a way that remains mostly driven by naïve realism. The dissonance is often so deep that no educational theory or schooling system can ever entirely close the gap between naïve realism and its scientific counterparts. We do not claim that modeling theory can do so either. In fact, no formal education should even consider a radical paradigmatic evolution (or paradigmatic shift in the Kuhnian sense) whereby secondary school or even college students transform their common sense or naïve paradigms entirely into scientific paradigms. A more reasonable credo is to *transform naïve and common sense paradigmatic profiles*, and not paradigms, into more viable profiles whereby the naïve dimensions (NR in Figure 1) would be significantly reduced in favor of scientific dimensions (mainly CR in this figure).

Eliminating naïve realism (NR) altogether from any person's paradigmatic profile would be a far-fetched target for many reasons discussed elsewhere (Halloun, 2004). As suggested by Bachelard (1940) and Mortimer (1995), educators should instead concentrate on: (a) making students realize the limitations of the naïve part of their profile, and thus (b) the necessity to build up the viable counterpart in the scientific direction. Modeling theory calls for an evolution of students' paradigmatic profiles along these lines, an evolution that significantly reduces the naïve realism dimension and that raises the classical and modern scientific realism dimensions to *realistic levels*. These levels, as we shall argue next, correspond to what we call basic models in any scientific theory that is the object of a science course.

## 2. Middle-out theory structure

Many cognitive scientists have shown that, in accordance with the theory of prototypes and basic-level categories of Eleanor Rosch, "categories are not merely organized in a hierarchy from the most general to the most specific, but are also organized so that the categories that are cognitively basic are 'in the middle' of a general-to-specific hierarchy… Categories are not organized just in terms of simple taxonomic hierarchies. Instead, categories 'in the middle' of a hierarchy are the most basic, relative to a variety of psychological criteria" (Lakoff, 1987, pp. 13 and 56). For example, "dog" is "in the middle" of a hierarchy between "animal" and "retriever", just as "chair" is between "furniture" and "rocker" (Figure 2). Categories in the middle are *basic* in the sense that: (a) they ensure the best a cohesive structure of human knowledge of any type, and that (b) they constitute the most accessible, efficient and reliable building blocks in knowledge construction and deployment.

The middle-out hierarchy extends, from our point of view, from physical systems in the real world to conceptual systems in the paradigmatic world as indicated

in Figure 2. Scientific theories provide the "content" core of a scientific paradigm, and

*Categories Hierarchy* (according to Eleanor Rosch & George Lakoff)

| | | |
|---|---|---|
| SUPERORDINATE | Animal | Furniture |
| BASIC LEVEL | Dog | Chair |
| SUBORDINATE | Retriever | Rocker |

*Real World Structural Hierarchy:*

| | | |
|---|---|---|
| SUPERORDINATE | Matter | Galaxy |
| BASIC LEVEL | Atom | Solar System |
| SUBORDINATE | Elementary particle | Planet |

*Conceptual Hierarchy in a Scientific Theory:*

| | |
|---|---|
| SUPERORDINATE | Theory |
| BASIC LEVEL | Model |
| SUBORDINATE | Concept |

*Model Hierarchy:*

| | |
|---|---|
| SUPERORDINATE | Emergent model |
| BASIC LEVEL | Basic model |
| SUBORDINATE | Subsidiary model |

**Figure 2**. Middle-out hierarchies.

models are 'in the middle' of conceptual hierarchy, between theory and concept. A *scientific theory* consists, for us, of: (a) a set of models or families of models, and (b) a set of particular rules and theoretical statements that govern model construction and deployment and that relate models to one another and to specific patterns in the real world. A *scientific model is a representation of a specific pattern* in the real world. The pattern may be about the structure or the behavior of a number of physical systems, systems spread out throughout space and time in the universe. A model is a conceptual system mapped onto the physical pattern in the manner described in the following section of this paper. Mapping is done so that the model captures only the essence of the pattern, essence consisting only of *primary* features that are salient to the model function, and not of all details in the systems that engender the pattern. The model may serve to: (a) describe, explain, and predict (or postdict) the pattern in question, and, eventually to (b) control or change physical realities exhibiting the pattern, and (c) reify the pattern in new realities.

The model-centered, middle-out structure of scientific theory ensures theory coherence and consistency from an epistemological perspective, and it facilitates the development of scientific knowledge from a cognitive perspective. A scientific model is to theory and concept what an atom is to matter and elementary particles respectively. Each elementary particle is essential in the structure of matter, but its importance cannot be conceived independently of its interaction with other particles inside an atom. It's the atom and not elementary particles that give us a coherent and meaningful picture of matter, and it's the atom that displays best the role of each elementary particle in matter structure. Now, Bohr's model of the atom is essential for understanding hydrogen-like atoms, and is often referred to as a "model" in physical science textbooks. However, other scientific models are seldom referred to or even presented as such, which would give students the false impression that Bohr's model is about the only scientific "model". Furthermore, various concepts and laws are often presented episodically, one after another in a given chapter, without relating them to one another in the context of appropriate models, whether implicitly or explicitly. Students are thus deprived of the opportunity of developing a coherent, model-based, picture of scientific theory, and they end up with a piecemeal, fragmented picture of the world. To get a feel of this picture, imagine what your knowledge about physical

realities would look like should you've learned at school that matter consists of elementary particles and no mention was ever made to you about the atom.

Models in a given scientific theory are, for us, also categorized in a middle-out hierarchy as shown at the bottom of Figure 2. In the middle of model hierarchy are basic models. A *basic model* is one that is simple enough to facilitate student understanding of fundamental tenets and conceptions (concepts, laws, etc.) of the respective theory and development of fundamental tools, skills and habits of scientific inquiry. Yet a basic model is generic enough to serve in the construction of more complex models in the theory. The set of basic models in Newtonian theory are given in Figure 3. A student needs to understand the entire set of basic models so that s/he could meaningfully learn the respective scientific theory, and realize a meaningful paradigmatic evolution.

At the subordinate level of model categories are subsidiary models. A *subsidiary model* is a simplified basic model, a particular case that students may usually be most familiar with in their everyday life and that can serve as a stepping stone for the comprehensive construction of the basic model in question. For example, the model of a particle in free fall (objects falling in vacuum in the absence of any force except for gravity) is a subsidiary model in Newtonian theory. It serves in the manner described in sections 5 and 6 of this paper for the progressive construction of the uniformly accelerated particle model (Fig. 3). At the super ordinate level of model categories are emergent models. An *emergent model* is one that may be constructed by putting together two or more basic models in order to represent a pattern that cannot be represented by either basic model separately. The model of a bound particle in uniformly accelerated circular motion is an example of emergent models. It emerges from combining two basic models in Newtonian theory, the uniformly accelerated particle model and the bound particle in uniform circular motion (Fig. 3).

Some cognitive scientists, linguists and other researchers have argued that model-centered epistemology is not restricted to scientific paradigms, but that it extends to all sorts of human knowledge, and even to that of some animals (Johnson-Laird, 1983, p. 405 ff.). Bower and Morrow (1990) argue that "we build mental models that represent significant aspects of our physical and social world, and we manipulate elements of those models when we think, plan, and try to explain events of that world". Meanwhile, Johnson-Laird, Hestenes and others express a more radical position. According to Johnson-Laird (1983, p. 402), "*all* our knowledge of the world depends on our ability to construct models of it", and according to Hestenes (1995) "we come to know real objects (their properties and processes) *only* by constructing models to represent them in the mind" [italics added]. A more moderate position is expressed by Lakoff (1987) who argues that we "use cognitive models in trying to understand the world. In particular, we use them in theorizing about the world, in the construction of scientific theories as well as in theories of the sort we all make up" (p. 118). "The main thesis" of Lakoff's work "is that we organize our knowledge by means of structures called idealized cognitive models, or ICMs" (ibid, p. 68).

***Free particle***
Physical objects subject to no net force ($\Sigma \boldsymbol{F}_i = 0$), and thus maintaining constant velocity in any inertial reference system ($\boldsymbol{a} = 0$, $\boldsymbol{v}$ = constant).

***Uniformly accelerated particle***
Physical objects in linear or parabolic translation with constant acceleration ($\boldsymbol{a}$ = constant) under a net constant force ($\Sigma \boldsymbol{F}_i$ = constant).

***Bound particle in harmonic oscillation***
Physical objects undergoing periodic back and forth translation (sinusoidal $\boldsymbol{a}$ function) under a net force that is proportional to their displacement from a center of force ($\Sigma \boldsymbol{F}_i \propto \Delta \boldsymbol{r}$). This model is often called simple harmonic oscillator.

***Bound particle in uniform circular motion***
Physical objects in uniform circular translation ($a = v^2/r$) under a net centripetal force ($\Sigma \boldsymbol{F}_i \propto \boldsymbol{r}/r^2$) of constant magnitude.

***Particle under impulsive interaction***
Physical objects whose linear momentum changes significantly, and almost instantaneously, like in the case of collision, under a variable net force ($\Sigma \boldsymbol{F}_i = \boldsymbol{f}(t)$) exerted for a very short period.

**Figure 3**: Basic particle models in Newtonian theory of classical mechanics, with an outline of the translational pattern that each model represents in inertial reference systems.
Particle models refer to physical objects the internal structure of which can be ignored when they are in *translation* without rotation or precession, in a specific reference system. Each *basic* particle model is made up of a single, dimensionless object: a particle.

In an analysis of categorization data, Lakoff (1987) shows, and Giere (1994) supports, that human categorization is based on ICMs and not on similarity between individual features. ICMs not only govern the middle-out hierarchy among categories, but they also imply similar graded structures within individual categories. In the latter respect, Giere (1994) argues that models of any scientific theory can be graded with some basic models in the middle. Giere's argument supports our position that basic models are most important to develop the fundamental building blocks of a given scientific theory and corresponding rules of model construction and deployment. They thus need to be given special attention in science education.

## 3. Modeling schemata

The effectiveness of a person's knowledge and the efficiency with which it is retrieved for deployment in particular situations depend primarily on the way this knowledge is organized in memory. That is why we pay in modeling theory a special attention to the way the content of a science course ought to be structured both in textbooks and in students' minds. More specifically we ensure that a scientific theory that is the object of a given course is structured around a set of models in the most explicit and systematic way possible. The content of a course would then consist primarily of a number of chapters each devoted to the formulation of a particular model along with necessary tools and rules of engagement. The most important of these tools are organizational tools that we call modeling schemata.

A *modeling schema* is an organizational template used to ensure that any conception, and especially a model, is built comprehensively without missing any

primary feature, and that it is integrated coherently in a given theory, all this in the most efficient, compact and coherent way possible. It also offers, directly or indirectly, well-defined rules for evaluating and employing the corresponding scientific conception. In a sense, modeling schemata are, along with other tools, to meaningful learning of science what semantics and syntax are to mastering any language. A modeling schema sets the rules of correspondence of a conception to the real world just like semantics do with vocabulary. It also sets the guidelines for putting the conception together with, and relating it to, other conceptions just like syntax in grammar.

Two modeling schemata are especially helpful for teaching science. One is the model schema; the other is the concept schema. The *model schema* is a four-dimensional template. Two of the four dimensions, composition and structure, set the ontology and function of the model, and the other two, domain and organization, set its scope, all in terms of the scientific theory that the model belongs to, and by correspondence to physical realities exhibiting the modeled pattern.

The *domain* of a scientific model includes all physical realities exhibiting the pattern in question. These realities are called model *referents*. A model's domain can be delineated by answering questions of the sort:

- What physical systems does the model refer to in the real world?
- What pattern do these systems share in their structure and/or their behavior?
- Under what physical conditions?
- Under what limits of approximation and precision?

Model *composition* consists of concepts representing *primary* constituents and respective properties of physical systems, i.e., only those that are salient to the pattern, along with corresponding depictions. Concepts are mainly of two types. One type consists of *object-concepts* (or conceptual objects). They represent physical bodies that significantly contribute to the generation of the pattern represented by the model. These may be *objects* that enter in the make up of each physical system of interest, or *agents* in the environment of the system, i.e., physical bodies outside the system that interact significantly with objects inside. Concepts of the second type are *property-concepts* (or *descriptors*). They represent primary physical properties of objects and agents, and of their mutual interaction. The composition of a model can be determined by answering questions like:

- What are the primary objects of a system and what object-concepts can represent them? (e.g., a particle in Newtonian mechanics, a dimensionless object, a point, that refers to physical objects whose translational motion is not affected by their geometric properties of shape and dimension).
- What are the primary agents in the respective environment and what object-concepts can represent them?
- In what kind of coordinate system can these objects and agents be most conveniently studied?
- What intrinsic descriptors (property concepts) characterize each object? (e.g., mass, charge).
- What state descriptors characterize each object? (e.g., position, momentum and other kinematical concepts).
- What interaction descriptors characterize object-object and/or object-agent interactions? (e.g., force, field and other dynamical concepts).

- What symbolic, pictorial, diagrammatic, graphical representations can most conveniently be used to depict all objects and descriptors above?

Model composition is meant to discern between primary and secondary aspects of a pattern, i.e. between those aspects that need to be accounted for in the modeling process and those that may be ignored within the considered limits of precision and approximation. In model composition, primary object and property concepts are only listed and not related to one another. Model *structure* spells out relevant relationships among primary features of the pattern represented by the model. Model structure can be defined along four sub dimensions, or facets, each dealing with a specific aspect of model referents in relation to pattern formation. These are the topology facet, the state facet, the interaction facet, and the cause-effect or causal facet. Each facet is distinguished conceptually by the nature of descriptors involved and the ways they are related in space and time. Various relationships are expressed in an appropriate reference system relative to which the pattern is conveniently identified. Such relationships come primarily in the form of laws that set the distinctive descriptive and/or explanatory *function* of the model. The structure of a model can be generated by answering questions like:

- What descriptive and/or explanatory function does the model serve? (e.g., a kinematical or a dynamical model in Newtonian Theory).
- What geometric structure does the model have? (e.g., none for a particle model made of a single particle, topography of many-particle models). This question sets the *topology* of the model.
- What *state* laws describe best the behavior of each object? (e.g., so-called kinematical equations of motion, like r(t)).
- What *interaction* laws quantify best the interaction of each object with other objects and agents? (e.g., Newton's law of universal gravitation, Hooke's law).
- What *causal* laws explain best the behavior of each object? (e.g., Newton's second law).
- What symbolic, pictorial, diagrammatic, graphical representations can be used to depict all the above conveniently?

Model *organization* situates a given model in the respective scientific theory. It establishes the relationship of the model in question to other models in the theory by answering questions of the sort:

- What are the limitations of the model?
- What features does it share with other models in the theory to which it belongs?
- How does it differ from other models?
- What other models complement it in the theory?
- Can it be merged with other models to form a new model that answers questions that cannot be answered with either model separately? If so, how?

*Concepts* are elementary building blocks of models. They gain their significance only when used in model construction, and more specifically in spelling out laws, definitions and other theoretical statements that make up the model structure. In order to build concepts comprehensively and integrate them coherently into respective models and theory, the model schema is complemented with the *concept schema*. This is a four-dimensional template used for the construction of individual concepts within

the context of basic models. The four dimensions are scope, expression, organization and quantification. They are concisely presented below for property-concepts or descriptors.

A descriptor represents, to a certain degree and within certain limits, a particular physical property shared by many real world systems or phenomena. It has a domain confined to the represented property and a particular function (descriptive or explanatory) depending on the nature of the property. Domain and function constitute concept *scope*. A set of *correspondence rules* establishes viability conditions of the concept in the real world as well as its utility in the composition of models.

Each concept is expressed in science in a unique, and thus objective, way along with particular semantics that establish what the expression actually delineates in the real world or the rational world of scientific theory and paradigm. A mix of verbal, symbolic, iconic, and especially mathematical forms of *expression* is commonly used to communicate any scientific concept. The mix is necessary to come as close as possible to a comprehensive expression of the concept, since no single form can actually do so alone.

A descriptor gains its significance only after related to other descriptors within the contexts of models, and especially basic models. Concept *organization* sets criteria and guidelines for classifying a concept and for relating it to other concepts, all along with appropriate syntactic rules.

A descriptor cannot be scientific unless it is measurable according to well-defined *quantification* laws and rules. These set the sort of measurement that the descriptor can be subject to (nominal, ordinal, interval or ratio), and the means and procedures one can resort to for determining values of the concept on a certain scale, and by comparison to a certain standard.

Modeling schemata are as much helpful for science teachers as for students. They are used for planning and teaching lessons, and for assessing student learning and teaching practice. Under modeling instruction, the content of a teaching unit is usually organized around a specific model. Planning and teaching a lesson following modeling schemata ensure that students develop the model in question (or any necessary conception) without missing any salient feature. The same schemata can subsequently be used to develop an appropriate assessment taxonomy that covers all salient features, and that help logging the evolution of every student.

In the form presented above, modeling schemata are meant for immediate use more for teachers than for students. They serve as comprehensive templates or check-lists for planning, carrying out and evaluating instruction, and for putting more structure and coherence in the presentation of various models, laws and concepts in any scientific theory. Students need to systematically construct their conceptions following these schemata, but they need not, at least at the beginning of a course, to do so by going linearly and explicitly through each of the four dimensions of a given schema. In fact, a schema and its dimensions should not even be presented as such to students, at least not freshmen. As instruction progresses, teachers may encourage students to develop, for each schema, some sort of a flowchart or check-list for comprehensive model or concept development.

## 4. Modeling inquiry

The paradigmatic evolution promoted in modeling theory is about both content and processes. At the epistemological level of knowledge content, it is about schematic (relative to schema) organization of a scientific theory around basic models. At the

level of methodology, it is about the development of necessary tools and processes of scientific inquiry and associated rules of engagement, all of which are set by appropriate scientific theory and paradigm. The most important processes, from our perspective, can be classified in two categories: (a) *construction* of a new model, along with its validation, in the context of particular real world situations in order to represent a given pattern in this world, and (b) *deployment* of an already constructed model for solving empirical or rational problems.

The two modeling processes, model construction and model deployment, complement one another and are systematically and progressively developed, along with necessary tools and rules, through well-structured learning cycles described in § 6. It is true that model deployment follows chronologically model construction, i.e., it takes place after a model is being formulated in one form or another. However, model deployment does *not* strictly follow *from* model construction and it does not subserve the latter. The two modeling processes complement one another with respect to helping students develop a scientific model as comprehensively as possible, and gradually evolve into the realm of science. Model construction is not a one-time shot, especially when it is done in accordance with the model schema. Such schema requires that a model be constructed in a *spiral* approach whereby the empirical scope of a model (domain and function) and its rational weaving (composition and structure) be developed progressively in the context of empirical and rational situations of increasing complexity. Model construction proceeds from start, and all the way through, as a series of inquiry activities in both the empirical world of physical realities and related data and the rational world of scientific theory and paradigm. As such, the process of model construction follows the same canons of engagement with the two worlds as model deployment. On the other hand, model deployment offers learners a more flexible and effective platform than model construction to consolidate various modeling tools and rules, including but not limited to those that govern insightful and regulatory negotiations within and between the rational and empirical worlds (§ 5).

In modeling instruction, students are sometimes called to develop some prescriptive, generic schemes for modeling inquiry. Such *modeling schemes* emphasize the central role of models in all sorts of empirical or rational inquiry, including traditional problem solving for which the scheme of Figure 4 is devised. The strategy outlined in this figure starts by analyzing a problem givens (before identifying goals or reading questions) in order to choose, in an appropriate theory, the model(s) that can best represent the situation at hand. Once models are chosen, and only then, one can identify the problem goals in order to pick whatever is necessary for solving the problem from the model composition and structure, and then represent the chosen components mathematically in convenient, multiple ways (diagrams, equations, graphs, etc.). A mathematical model is thereby constructed that will next be processed in order to reach a solution to the problem. Every step of the way is evaluated by correspondence to the empirical situation, and in terms of the chosen theory, in order to ensure the validity and viability of the step. The process ends with a paradigmatic synthesis that recapitulates all major lessons learned in solving the problem, along with their implications on deployed models. This may include possible refinement of models and respective theory. Modeling schemes like the one in Figure 4 are primarily meant to help students realize that the solution to any problem can be efficiently attained by identifying (or adducing) at first the appropriate model(s) for the situation. Once the model(s) identified in a given problem, the answer to any question follows directly from model structure (provided that one has already developed such a structure following the model schema).

Model deployment activities are not limited to conventional end-of-chapter paper-and-pencil problems. They include, like in the case of model construction, observations in the real world, empirical experiments, thought experiments (à la Galilée), field projects, case studies, all chosen with a special attention to interdisciplinarity and designed to provide, every now and then, the opportunity for team work. Most importantly, deployment activities are not limited to the "application" of conceptual models in solving empirical problems. They involve a variety of *dialectics* within and between two worlds, the *empirical* world of physical realities and related data, and the *rational* world of scientific theory. In other words, model deployment activities are not confined to exercises of exploratory inquiry as in conventional instruction, exercises limited to the application of specific theoretical statements to certain physical or fictitious realities. Instead, activities are diversified so

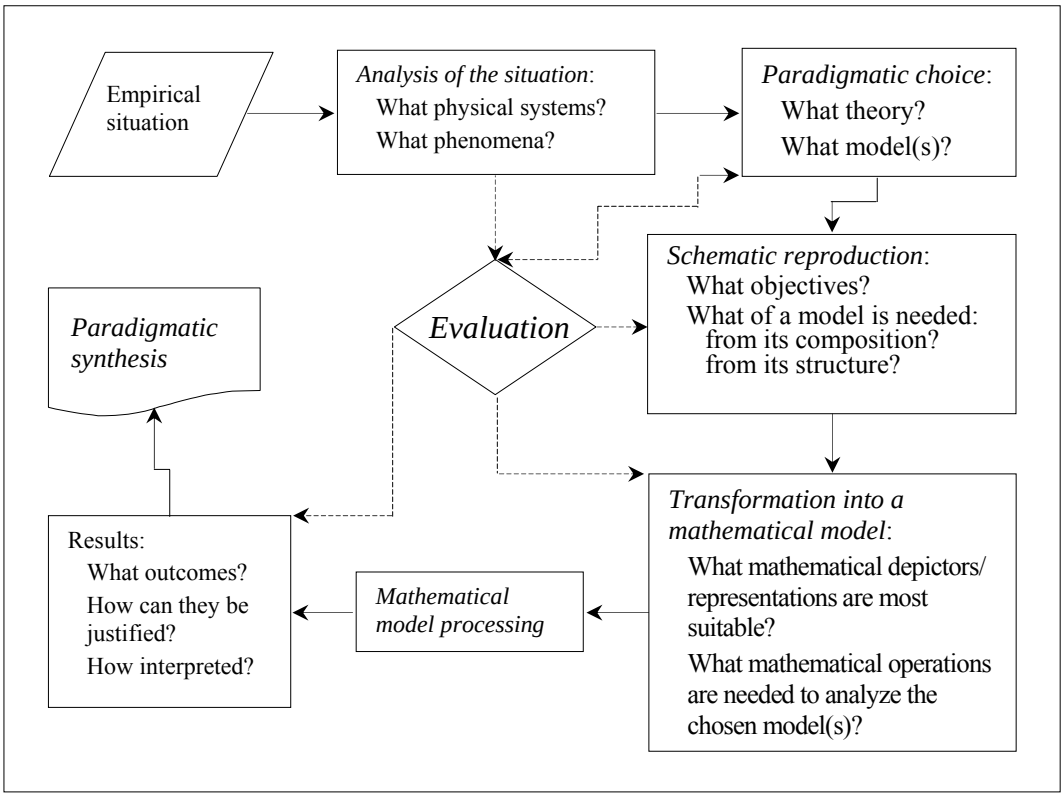



**Figure 4.** Model deployment in an application activity.

as to help individual students develop a balanced diversity of skills pertaining to both *exploratory* and *inventive* research, while they meaningfully realize, and take advantage of, the potentials of every model in a given scientific theory. As such, modeling instruction maintains a balance between four categories of model deployment activities. Each category involves a particular type of dialectics within the rational world or the empirical world, or between the two worlds. The four categories outlined in Table 1 are: application, analogy, reification, and extrapolation.

Throughout the processes of model construction and deployment, students develop necessary conceptions, tools and rules in accordance with a number of canons including the following:

1. All conceptions (from concepts to models) are developed, along with necessary tools and rules, and to the extent that is possible, in an experiential form. *Experiential knowledge* about a physical pattern is knowledge that one develops through interaction, or rather transaction in Dewey's sense, with empirical data about the pattern in question. This is in contrast with *traded knowledge* that one learns about,

mostly at face value, from other people, from textbooks or any other medium of information dissemination.

2. Every conception, tool or rule is developed *on a need basis*. A new model is introduced, as we shall see in § 6, only after students realize the limitations of a previous model(s) and are confronted with a new pattern that cannot be represented by any model already developed. The same goes for subordinate conceptions (concepts, laws and other theoretical statements). Any such conception is introduced only when needed for the construction or deployment of a given model. No conception, tool or rule is ever introduced for its own sake, otherwise students would see no interest in developing it and they would fail to consolidate it with the rest of their knowledge. This would subsequently impede their understanding of the new notion as well as of the model(s) that make(s) use of it.

**Table 1** : Modeling problems taxonomy (Halloun, 2000)

| *Problem type* | *Required dialectics* | *Objectives* |
|---|---|---|
| Application | Empirical → Rational | Recognize real world situations that belong to the domain of a model and apply its composition and structure for the description, explanation and/or prediction of the state of physical objects in these situations. |
| Analogy | Empirical → Empirical | Develop criteria for establishing the analogy between real world systems belonging to the domain of a given model (model referents), and apply these criteria for designing new referents by empirical analogy. |
| Reification | Rational → Empirical | Invent new referents using exclusively a model composition and structure as conceptual blueprints (e.g., design a physical situation that matches some mathematical diagrams representing the kinematics or dynamics of a particle model in Figure 3). |
| Extrapolation | Rational → Rational | Analyze the composition and structure of a given model (or family of models) in order to refine the model, and perhaps propose new concepts or laws, or construct a whole new model; predict the existence of some unfamiliar situations in the real world following a thought experiment or the theoretical completion of a physical pattern. |

3. Every conception is developed *progressively* within the context of the model (or set of models) for which it is needed, especially when the conception is as involved as a law. For example, students progressively develop an understanding of the functional relationship expressed in Newton's second law before they come up with the corresponding formal statement. They do so by exploring physical situations pertaining to the free particle model and others pertaining to the uniformly accelerated particle model so that they gradually develop the law from a nominal expression to its formal expression as shown in Figure 5. As such, students: (a) overcome the paradigmatic barrier set forth by the mistaken belief that a force is required for an object to change its position, and (b) meaningfully develop semantic and syntactic aspects of the functional relationship that the law expresses.

1. *Nominal expression*: An object needs to interact with some agent(s) to change its velocity (in direction or magnitude), and not its position, in a given reference system. In the absence of any interaction, the object maintains a constant velocity in any inertial reference system.
2. *Ordinal expression*: When an object interacts with an agent that exerts a given force on the object, the velocity (or linear momentum) of the object changes in the direction of the force. The bigger the change of the object velocity in a given time (acceleration) for a particular mass of the object, or the bigger the mass of the object for a particular change in its velocity in a given time, the bigger the required force.
3. *Proportional expression*: Under the condition above, the required force is proportional to the object acceleration and mass.
4. *Formal expression*: Under the same condition, the required force vector **F** is equal to the product of the object acceleration vector **a** and mass m (**F** = m**a**).

**Figure 5**. Successive forms in which students progressively develop Newton's second law of dynamics.

4. All tools are developed along with associated *semantics and syntax*. No tool is used in modeling instruction under the assumption that students know how to use it, even when the tool is supposed to be fully developed in other courses. Semantic rules establish the correspondence between the tool being used on the one hand, and the empirical world and other representational tools, on the other. They set the norms for interpreting various elements of the tool or whatever product that the tool may bring about when used, and this both in the empirical and rational worlds. Syntactic rules spell out the conditions and guidelines for relating various elements of the tool to one another and to those of other tools, and for manipulating the tool in specific empirical and rational contexts.

5. No tool is ever localized or trivialized unless students discover that either is the case when the tool is put to the test under a variety of contexts. Students are encouraged to consider whatever tool used by scientists, irrespective of the discipline into which the tool was originally developed, or of the time at which its development took place. A tool commonly used in one scientific discipline may be considered for use in other disciplines. Some long forgotten tool may be reinstated; such tools are sometimes more efficient than ones that are nowadays being adopted and even revered.

## 5. Mediated learning

Students are guided to develop conceptions, tools and rules that are necessary for model construction and deployment in an insightful and regulatory manner. Teachers *mediate* the learning process. They provide students with guidance in timely manner so that students do not wander on their own in futile paths. They constantly induce students to reflect back on whatever knowledge that they might already possess and that relates to what they are learning in the classroom. Such reflection is rendered *insightful* in the sense that individual students become consciously aware of the limitations of their own conceptual structures or processes and of the sources of error when committed, and they explicitly realize what makes scientific realism superior to naïve realism from all perspectives. It is *regulatory* in the sense that individual students resolve any incommensurability between their own knowledge, on the one hand, and scientific theory and paradigm, on the other, and they proceed through a paradigmatic evolution that meaningfully tames down the naïve dimension of student profile in favor of the scientific (classic or modern) dimension.

In conventional instruction, students are normally conditioned to verbally reproduce theoretical statements and heuristics in situations typical of, if not identical to, the ones discussed in class. The whole learning experience is primarily about

inscription of traded knowledge in student mind, mostly in short-term memory, and seldom about formation of experiential knowledge. In the process, the student "learns about the real world from an intellectual distance, by reading about it", and is being filled "with information about the world, information that, in true written-word fashion, is removed from its context, at least to some extent, and represented rather than experienced directly" (Viau, 1994). Furthermore, students are seldom afforded the chance to go through a reflective experience whereby they could relate what they are told and shown in class to their own paradigms, and subsequently regulate à la Dewey or à la Piaget, whatever "conflict" that might emerge in the process. As a consequence, students usually memorize by rote various theoretical statements and related problem solving routines with the only interest of passing course exams rather than learning something that could be personally relevant and meaningful. Their naïve realism remains entrenched in their minds, and they keep resorting to this realism in their everyday life and not to what they learned in class, thus ending up with a state of cognitive dissonance as noted in § 1 above.

Modeling instruction reverses the situation through insightful and regulatory reflection that involves, among others, dialectics or "negotiation" modes shown in Figure

6. A student often needs to be engaged in all three negotiation modes across all dimensions of her/his paradigmatic profile (Fig. 1), but especially vis-à-vis the dimension or paradigm dominated by naïve realism. One of the three modes is an intrinsic rational negotiation, an assessment of *internal coherence* of a given naïve (or even common sense) paradigm. The other two are extrinsic negotiations. One involves an empirical assessment of *correspondence* of a student paradigm to physical realities. Another involves a rational assessment of *commensurability* between the student paradigm and the corresponding scientific paradigm. Depending on whether assessed paradigmatic components are originally viable (from a scientific perspective), naïve or missing, a negotiation of any type may result respectively in the reinforcement, modification or replacement of existing paradigmatic components, and/or the construction of new ones (Halloun, 1998b, 2004). The outcome, in other words, consists either of the possible *transformation* of existing viable or naïve knowledge or the *formation* of missing one.

The outcome of a learning experience is determined primarily: (a) by the model being developed and corresponding epistemological and methodological requirements, and (b) by the initial state of students' paradigmatic profiles. It is then the teacher's responsibility to determine what sort of dialectics are most effective for those profiles to evolve and meaningfully incorporate the model of interest, and what sort of intervention or mediation is most appropriate to this end.

In an analysis of research published in the last two decades, Taconis, Fergusson-

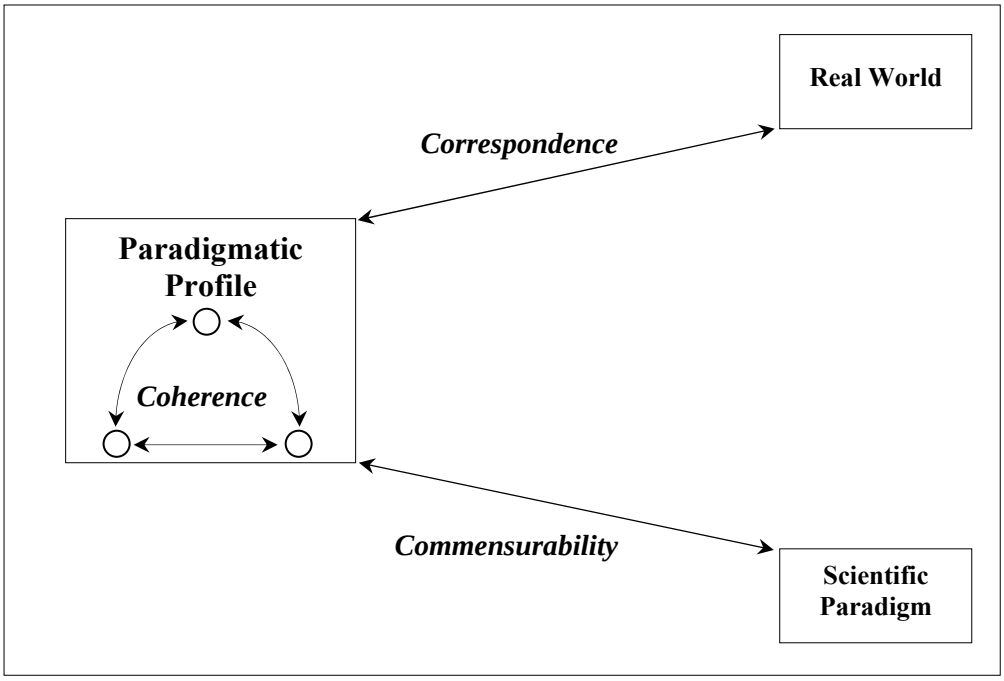



**Figure 6.** Rational-empirical dialectics for the evolution from the realm of naïve realism or common sense to the realm of science.

Hessler and Broekkamp (2001) found that teaching approaches that improve significantly student problem solving in science courses share the following three characteristics: (a) the deliberate intention "to enhance the quality of [students'] knowledge base", with a special "attention for schema construction", (b) "the availability of external guidelines and criteria…, i.e. objective [guidelines and criteria] provided by experimental set up or the teacher", and (c) "the presence of immediate feedback". The authors also found that "letting students work in small groups does not improve problem-solving education unless the group work is combined" with all three features just mentioned. Our modeling approach (Halloun, 1996; Halloun & Hestenes, 1987) came on top of the list of best practices identified by the authors. Taconis et al. (2001) had also noted that "a considerable part of the teaching experiments over the past 10 years has been devoted to aspects of learning tasks that are not effective, such as group work without immediate feedback or external guidelines and criteria", and that "treatments focused on the knowledge base have been given comparatively little interest". Many educators have come lately to recognize the shortcomings of modern educational trends that emphasize student-centered environments that are relatively free from all sorts of structuring. Even some constructivists have come lately to realize the need "to structure the environment in ways that would lead to a deeper understanding of science" and to recognize teachers' pivotal role in the process by admitting that "until each student respects the teacher and is willing to construct that person as his/her teacher, there is little point in proceeding with a curriculum that provides students with autonomy and opportunities to learn through inquiry" (Seiler, Tobin & Sokolic, 2001).

Modeling instruction is *student-centered* in the sense that it engages individual students actively in the learning process, but it does not leave them out entirely on their own free will. It has a specific agenda to fulfill: meaningful and insightful paradigmatic evolution within the confinements of a given curriculum, an agenda that cannot be fulfilled without teacher mediation. In fact, there is no meaningful learning without

teaching, at least not for the overwhelming majority of students who cannot get self-educated. "We have centuries of evidence to show that natural thinking is neither rational nor scientific. Scientific thinking has to be cultivated and nurtured. It is the result of education… Without teachers there are neither scientists nor scientifically literate citizens" (Matthews, 2000, pp. 332, 349). Research has shown that even "gifted" or "genius" experts who out-perform their peers in arts and science owe their achievement to the fact that they benefit from "sustained and specialized intervention from skilled teachers and parents" and especially "master teachers who either themselves had reached that level or had previously trained other individuals to that level" (Ericsson & Charness, 1994). Teacher intervention is advocated, in modeling theory, not in the form of conventional lecture and demonstration, but in a sort of "mediated learning experience" whereby the teacher "mediates, transforms, reorders, organizes, groups, and frames" appropriate learning activities (Feuerstein & Jensen, 1980).

In modeling instruction, teacher mediation preserves a central role for student engagement and active participation in decision-making. Depending on the circumstance, mediation may take the form of moderation, arbitration or scaffolding, and it always involves *teacher feedback* so as to prevent students from going astray and to keep their reflective inquiry aligned as closely as possible with scientific inquiry. Moderation and arbitration are appropriate when students have their own ideas about topics of instruction. Scaffolding is most appropriate when students lack any knowledge about such topics, but it may also be resorted to in order to enhance moderation and arbitration.

As a *moderator*, the teacher solicits ideas about a particular topic, and then guides students to compare ideas and resolve possible incompatibilities to the extent that they can do it on their own. The teacher does not intervene directly in the process to resolve the matter in favor of one idea or another. S/he can only passively supply some rational or historical details, or some empirical data that may help students brainstorm, clarify to one another specific ideas of their own, or bypass a stalemate that they may get to. The teacher gets more involved in the mediation process as an *arbitrator*. This role is especially important when students have conceptions or follow rules of engagement that are incommensurate with science (naïve, or of limited viability). The teacher would then bring concerned students first to a conscious state of *cognitive disequilibrium*, and direct them next to negotiate things with their colleagues so as to get them resolved in favor of a particular position that is viable from a scientific perspective. The teacher does so first by invoking among students a sort of Socratic dialogues (Hake, 1987, 1992). When this fails to bring things to a satisfactory closure in due time, the teacher shifts to scaffolding and offers the scientific position as an alternative that students are asked to ascertain.

*Scaffolding* is, for us, the type of mediation whereby the teacher gets most involved in directing the learning experience in the scientific direction. This sort of mediation is resorted to when arbitration fails to bring about students' self-regulation, but especially when students' knowledge about the topic of instruction is totally missing. In the latter event, the teacher intervenes by confronting students with empirical situations or data from which they are guided to infer the appropriate conception(s), and/or by helping students rationally derive such conceptions from prior knowledge. The teacher may provide students with appropriate tools in the process. When students fail to construct the target conception, or conduct a particular modeling process, in this manner, the teacher induces them to do so in a more direct way by presenting them with the scientific conception or process. The scientific position is

though not imposed in an authoritative way, but it is offered only as an alternative that students are asked to consider and ascertain on their own in order to be convinced of its viability. The teacher does the same when arbitration fails to meet its ends. Students would subsequently be asked to deploy the scientific conception or process in a sequence of modeling activities where the teacher can gradually retreat from direct intervention, somewhat in the manner promoted in cognitive apprenticeship and similar modes of instruction (Heller, Foster & Heller, 1997; Shore et al., 1992; Roychoudhury & Roth, 1996). Scaffolding is especially needed at the beginning of a science course when students develop the most fundamental basic models (e.g., free particle and uniformly accelerated particle models in Newtonian theory). Subsequently, the teacher progressively moves away from this mediation form as students become more and more autonomous in model construction and deployment. The nature and the course of teacher mediation are in fact primarily governed by the stage at which students are in a given learning cycle.

## 6. Learning cycles

The content of a science course is subdivided in accordance with modeling theory into units each devoted to the development of a particular model. Students develop a model and its requirements in a well-structured learning cycle. The idea of a learning cycle as a *structured, mediated* form of learning was first proposed by Karplus (1977), primarily for teaching concepts of elementary school science within the framework of Piaget's theory of intellectual development. Karplus "learning cycle consists of three instructional phases that combine experience with social transmission and encourage self-regulation… These three phases are exploration, concept introduction, and concept application". In the first phase, students are invited to explore an unfamiliar empirical situation in ways that "raise questions or complexities that they cannot resolve with their accustomed patterns of reasoning. As a result, mental disequilibrium will occur and the students will be ready for self-regulation". A new concept or principle is introduced in the second phase to resolve the problem at hand, and then applied in the third phase where "familiarization takes place as students apply the new concept and/or reasoning pattern to additional situations". Social transmission (i.e., teacher lecture for transfer of traded knowledge) is reduced in the first stage. It reaches its peak in the second phase where teachers reclaim their conventional role of lecture and demonstration, and it winds down in the third phase where "physical experience with materials and social interactions with teacher and peers play a role" (Karplus, 1977).

In our modeling theory (Halloun, 2004), we have drawn on Karplus idea, as well as on practices in science education that have gone successfully in line with his learning cycle. We subsequently designed (and successfully tested) our own learning cycle so as to promote the paradigmatic evolution we aim at in the most effective and efficient way possible. A modeling learning cycle (MLC) of ours is a five-phase cycle. Successive phases are those of exploration, model adduction, model formulation, model deployment, and paradigmatic synthesis (Figure 7).

A modeling learning cycle begins with the *exploration* phase. This is a two-stage phase (monstration and nominal models proposition) devoted to first motivate students to embark on the construction of a new model of well-defined scope and then roughly consider possible candidates in this direction. In the monstration stage (MLC1 in Fig. 7), students are brought to a state of cognitive disequilibrium whereby they realize: (a) the inadequacy of prior viable knowledge (already constructed models, if

any) for describing, explaining and/or predicting in some respects a new pattern that is outside the scope of prior knowledge, and thus (b) the necessity to construct a new model in order to come up with the correct inferences about the pattern in question. Construction of the target model begins in the second stage of the cycle (MLC2) with rough subsidiary models. Subsequently, and throughout the cycle, students are brought closer and closer to the target scientific model through progressive refinement or approximations.

A model is *progressively* developed through a given cycle. When students possess alternative conceptions of limited viability, modeling activities begin with these conceptions and proceed to get them gradually refined until they become commensurate

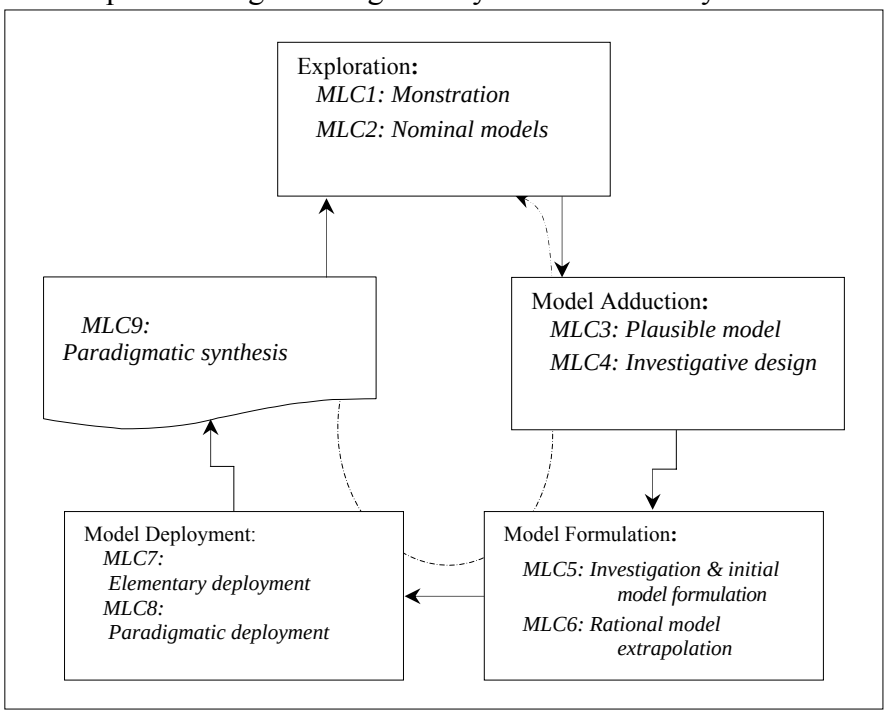



**Figure 7**. Modeling learning cycle.
The dashed, curved arrow indicates that one may go back to any preceding phase as a result of rational and empirical *evaluation* that takes place continuously

with scientific theory. In this respect, the construction of a given model may begin with a *subsidiary model* that corresponds to the target model, and that students might be familiar with from everyday life and/or from other courses. Otherwise, students begin the process with the construction of a new subsidiary model. Various schematic dimensions of the subsidiary model are then gradually refined and built up until the model acquires the desired form. This is how, for example, construction of the uniformly accelerated particle model may begin with the subsidiary model of a particle in free-fall. At some levels, *successive refinements* of the subsidiary model or of any student conception of limited viability may follow the approach prescribed by Barbara White in her ThinkerTools. White (1993) developed a software whereby, among others, students develop the concept of constant force through a hierarchy of simulation activities, beginning with an activity that simulates the force with identical pulses imparted to a dot on a computer screen.

A *nominal model* constructed in the second exploration stage (MLC2) is a generalization of a subsidiary model. As noted above, a subsidiary model is originally mapped on a particular instance of a pattern, a particular system or phenomenon that students are familiar with, whereas the emerging nominal model is about the pattern itself, i.e. about all physical realities exhibiting the pattern. Both subsidiary and

nominal models are entirely constructed by students, and the underlying student paradigms may be anywhere in the profile spectrum extending from naïve to scientific. The structure of the subsidiary model may be well developed in student minds. However, students are intentionally guided to generalize the particular structure of this model in a nominal form (Fig. 5) at this stage in order to ensure that peer negotiations and self-regulation in the coming stage be headed in the right direction, and reduce the chances of coming back to refine model composition in subsequent stages.

Students negotiate subsidiary and nominal models among themselves under teacher moderation. As a moderator, the teacher brings students together to discuss their own models among themselves and practically refine them on their own. S/he could intervene when students fail to do so on their own, but with the only purpose of clearing the way of student negotiations from any noise. This may involve clarification of some student views to the rest of the class, reminding students of conceptions they ask about, passive supply of some empirical data, historical cases or any information that may help students brainstorm and bring their naïve ideas to the surface or get out of any possible gridlock in their negotiations. By the end of this stage, students eliminate all models they duly consider non plausible so that they would be left with no more than three candidate (nominal) models for consideration in the coming stage.

The exploration phase is followed by the *adduction* phase which is intended to focus students' attention on one plausible model that appears to be reliably mapped on the new pattern that is being investigated in the cycle. This is also a two-stage phase. The first stage (MLC3 in Fig. 7) is devoted to the proposition of a *plausible model*, and the second stage (MLC4), to the proposition of an appropriate *investigative design* for empirically testing this model. By the end of this phase, students resolve major incommensurability between their own models and the target scientific model while enhancing their methodology of inquiry. As a consequence, they significantly reduce the naïve dimension and build up the scientific dimension of the corresponding profile (Fig. 1).

In MLC3, students compare nominal models they proposed in the previous phase in a way to come to a consensus on a single model. The emerging model bears all viable elements of its predecessors. It is a hypothetical model that students conjecture explicitly according to the model schema. Nominal hypotheses conjectured in the exploration phase are gradually converted into ordinal hypotheses, and then, if possible, into ratio-type or proportional hypotheses (Fig. 5). The plausible model may still include some residual secondary (non salient) and/or naïve elements that students could not entirely resolve, residues shared by all or some groups of students. These residues will be cleared out in the next phase.

In MLC4, students propose and negotiate ideas leading to an investigation designed to assess the model so that it be ready for refinement in the following phase. Depending on equipment availability and procedural feasibility, the design can pertain to a classroom or field experiment, to observations in the real world, or to empirical data about the pattern of study provided by teacher or any other reliable source.

The teacher whose role was restricted to moderation of student brainstorming and negotiation in the previous phase assumes now a more active role, an arbitration role. As an arbitrator, in MLC3 the teacher intentionally steers student interaction in the direction of a single candidate model that is proposed in accordance with the model schema and that has a relatively high degree of viability and low degree of naïveté by comparison to its subsidiary and nominal predecessors. If necessary, s/he also ensures that appropriate new conceptions be constructed to this end. In MLC4, the teacher makes certain that students come up with a sound investigative design to assess the

tentative model along with necessary norms and criteria for model acceptance and refutation.

Efficacy and efficiency of a learning cycle depend mostly on the prior two phases, and especially on the model adduction phase. The more of their own ideas they expose in these two phases and assess in class by comparison to one another, and the more transparent and focused the investigative design becomes in their minds, the better the chances are for students to bring the self-regulation process to a meaningful conclusion at this point and progress in the direction of a truly scientific model. Gradual formulation of this model takes place for the most part in the third MLC phase, and is achieved in the last phase following model deployment.

The third phase of the modeling cycle is the *formulation* phase. This also a two-stage phase devoted to the formulation of a comprehensive and scientifically sound model based on the outcomes of the investigative design of MLC4 that students carry out in this phase. The formulation will not be exhaustive though because the model has not been sufficiently deployed yet. Model deployment takes place in the fourth MLC phase. New insights will subsequently be gained into various aspects of the model, and the model will be brought then to a maturity level that is high enough to conclude the learning cycle.

In the first formulation stage (MLC5 in Fig. 7), students conduct, in collaborative groups, the investigation they designed in the previous stage, and refine the plausible model of MLC3 in light of the investigation outcomes. By the end of MLC5, students achieve a *preliminary formulation* of the target model, a viable but incomplete formulation. The model thus formulated is a refined, formalized form of the plausible model conjectured in MLC3. Hypotheses in the latter are corroborated, modified or replaced, and the originally conjectured relationships are more precisely expressed (e.g., ordinal or proportional hypotheses are turned into ratio-type law statements). Seldom new major elements that have not been thought about before in one form or another emerge in the newly refined model. There is virtually a one-on-one mapping between this model and its predecessor. It is thus common that some primary features of the target model may still be missing. Aside from issues that may be brought about only after model deployment, student investigations cannot possibly cover all model aspects at this stage. Furthermore, various constraints may make it impossible for students to empirically corroborate or even induce certain model aspects. Such aspects may then only be inferred by rational analysis and extrapolation, and perhaps only through teacher scaffolding. These aspects make the object of the next stage.

In the second formulation stage (MLC6), the model constructed so far gets rationally analyzed and extrapolated so as to come close to a comprehensive model formulation. *Rational extrapolation* can take place within the model in question, and/or from previously constructed models. For instance, by the time they have achieved MLC5, students would have already refined, in the form of scientific laws, all hypotheses conjectured in MLC3. When these laws are insufficient to complete the model structure, students can be guided to induce missing laws from available data if possible. If not, they can be guided to formulate these laws by rational extrapolation of laws they have already formulated in MLC5, and/or laws formulated in previous learning cycles, be it generic laws or laws that are particular to some old models.

The teacher assumes consecutively two different roles in this phase of the learning cycle. At the beginning of MLC5, and all through the actual investigation process, the teacher retracts from the arbitration role to supervise the process from a distance as a moderator. Once the investigation is completed and students have prepared their reports, the teacher gets again more involved as an arbitrator of students'

interaction to ensure that the model is properly formulated in MLC6. Sometimes, the teacher may even find it necessary to step up her/his intervention to take the form of scaffolding. As such, the teacher may instruct students to follow explicitly a specific path and/or provide them with necessary concepts and tools that are totally missing from their paradigmatic profiles and that are indispensable to complete model composition and structure. Scaffolding may take the form of lecture when practical constraints prevent students from coming up with any of these concepts and tools on their own.

A model gains its full significance only after deployed in the real world for describing, explaining, predicting and controlling the structure and/or behavior of a variety of existing physical realities, for inventing new conceptual or physical realities, and for subsequently bringing to new horizons the theory and paradigm which the model belongs to. New insights are gained as the model is deployed in different contexts and envisaged from different perspectives. It gradually gains in scope (domain and function), and it becomes better and better situated in the corresponding theory.

The model constructed up to the third phase of a modeling cycle is deployed in the fourth phase. *Model deployment* activities are chosen so as to allow students complete and reinforce all four schematic dimensions of a model (especially issues that may still be pending at this point), and promote model-based inference in various empirical and rational contexts. Activities are conducted following systematic schemes that students develop for adducing the appropriate model(s) to the "givens" in a situation, and not following rules of thumb or context-specific prescribed routines to determine convenient "relationship(s)" between givens and unknowns. Such schemes and required tools and skills are progressively developed in two deployment stages. In the first stage (MLC7), students deploy in each activity only parts of the model formulated in MLC6. Deployment situations get progressively more complicated until they reach the level of *paradigmatic situations* in MLC7 (Halloun, 1998b), situations each of which requires deployment of the model structure in virtually its integrity. Activities in both stages are chosen to cover all four deployment categories distinguished in Table 1 (application, analogy, reification, and extrapolation), and they are not limited to conventional paper-and-pencil exercises and problems. They include, in addition to conventional exploratory activities, investigative activities of all sorts, thought experiments, historical and contemporary case studies of interdisciplinary nature.

Deployment activities, and especially those of paradigmatic deployment, are conducted under teacher arbitration following the same guidelines as the previous two stages. Students are encouraged more in this stage than ever before to rely on themselves and collaborate with the members of their groups whenever possible, and to carry out every deployment activity while reflecting on their own knowledge and regulating it in the most insightful way possible. To this end, they conduct every deployment activity in the manner they conducted the investigation of MLC4 and MLC5, individually or in groups, during class hours whenever that is possible. They expose their work afterwards and discuss it in class the same way they did in MLC5. When peer negotiations head to a dead-end after all possible arbitration, and only then, the teacher may intervene to resolve the issue one way or another by scaffolding.

A learning cycle and thus a modeling unit of instruction are not brought to closure with deployment activities. New insights are gained about the model under construction in the deployment phase. Students need then to consolidate their experience in this phase with what they achieved in previous phases. The last stage of the learning cycle (MLC9 in Fig. 7) is devoted to this end and to subsequent

recapitulation of the paradigmatic evolution students gradually achieved in the cycle. Consolidation and recapitulation are conducted as critically as any other process undertaken during the cycle. Every point is systematically evaluated in this stage like in any other stage, and this along the lines of Figure 6. If determined to be viable, students proceed to the following point. Otherwise, students go back to a previous stage where the source of the problem might be rooted so that they can reconsider things and refine them appropriately. The process continues under teacher arbitration until students complete the synthesis of the current cycle and set the stage for the following cycle. Such an evaluation is in fact not limited to this stage, but it is carried out throughout an entire cycle, as implied in the dashed, counterclockwise arrow of Figure 7.

## 7. Efficacy of modeling instruction

Development of modeling theory has gone in the last two decades with this author (and is still going) through cycles similar to the modeling cycle described above. The theory that has repeatedly shown to be efficacious for secondary school and college physics courses is now being progressively deployed in various scientific disciplines and at all educational levels. Early outcomes show that modeling theory is at least as promising in the latter respects as it is for physics education.

Normative evaluation of modeling theory is the object of a number of publications. A paper presented by this author at a regional UNESCO workshop last year (Halloun, 2003) provides a comprehensive overview of the evaluation process and shows the relative efficacy of various components of the theory in fostering the paradigmatic evolution advocated for in this paper. This paper may be requested from the author by email. All in all, when deployed in secondary school and college physics courses, the theory has been leading to the following outcomes:

*Better conceptions*. Students show significantly better conceptual understanding of scientific theory following modeling instruction than following other forms of instruction. The Inventories of Basic Conceptions (IBC) is a battery of standardized instruments developed by this author for assessing student qualitative, conceptual understanding of basic conceptions (concepts, laws) in given courses. IBCs include instruments similar to what used to be called the Mechanics Diagnostic Test (Halloun, 1984; Halloun & Hestenes, 1985b) or the Force Concept Inventory (Hestenes, Wells & Swackhamer, 1992) in physics education. Under modeling instruction students score on IBC posttests up to two standard deviations, on average, higher than students who learn physics under conventional instruction of lecture and demonstration.

*Better processes*. When given identical assignments and exams consisting of tasks similar to end of chapter problems typically found in traditional textbooks, students score on average up to three times better under modeling instruction than under conventional instruction. The better performance is reflected in systematic problem solving (modeling) procedures used significantly more by the former group of students than the latter.

*Better views about the nature of science*. The Views About Science Survey or VASS (Halloun, 2001b, Halloun & Hestenes, 1998), is a battery of instruments designed to assess student views about the nature of scientific theory and about how scientists go about developing and validating such theory. As assessed by VASS, more students express views about the nature of science aligned with scientific realism rather than naïve realism following modeling instruction than other forms of instruction.

*Better learning styles*. VASS also includes parts designed to assess how students go about studying a given science course. It shows that students under

modeling instruction tend to follow the canons of reflective and insightful inquiry more systematically in their study than other students.

*Lower attrition rates*. The rate of students who withdraw from a given course before its end or fail the course upon its completion is in modeling courses down to one third of what it normally is in conventional courses.

*Equitable learning*. May be the most significant outcome of modeling instruction is that it bridges the gap in a way yet unmatched between students who are traditionally considered as low achievers and those who are considered as high achievers. So-called low achievers are normally left behind following conventional instruction. Instead, under modeling instruction, they are enabled to complete their courses with above average performance.

*Transportability to other courses*. Inquiry skills, tools and learning styles that students develop under modeling instruction are stable and generic. Students take advantage of them to excel in their study when taking subsequent science courses, irrespective of whether or not modeling instruction is followed in these courses.

**Acknowledgments**

The first six sections of this paper draw on the author's latest book on modeling theory in science education (Halloun, 2004).

Development of modeling theory to the state reported in this paper could not have been possible without the collaboration of numerous colleagues and students around the world and the sponsorship of a number of organizations. They all deserve to be duly acknowledged. Special acknowledgment is though due to the collaboration of the Modeling Research Team at Arizona State University, and to the sponsorship of the National Science Foundation in USA and Lebanese University in Beirut, Lebanon.

## References

Archambault, R.D. (Ed.). (1974). *John Dewey on Education: Selected Writings.* Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Bachelard, G. (1940). *La Philosophie du Non*. Paris: Quadrige (4th edition, 1994) / Presses Universitaires de France.

Bower, G.H., & Morrow, D.G. (1990). Mental Models in Narrative Comprehension. *Science,* 247, 44-48.

Cobern, W. W. (1995). Science education as an exercise in foreign affairs. *Science & Education,* 4 (3), 287-302.

Cobern, W.W. (1993). College students' conceptualizations of nature: An interpretive world view analysis. *Journal of Research in Science Teaching,* 30 (8), 935-951.

Ericsson, K. A. & Charness, N. (1994). Expert performance. Its structure and acquisition. *American Psychologist,* 49 (8), 725-747.

Feuerstein, R. & Jensen, M. R. (1980). Instrumental enrichment: Theoretical basis, goals, and instruments. *The Educational Forum*, 401-423.

Giere, R.N. (1994). The cognitive structure of scientific theories. *Philosophy of Science, 61,* 276-296.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of physics*, 66 (1), 64-74.

Hake, R. R. (1992). Socratic pedagogy in the introductory physics laboratory. *The Physics Teacher, 30,* 546-552.

Hake, R. R. (1987). Promoting student crossover to the Newtonian world. *American Journal of Physics, 55* (10), 878-884.

Halloun, I. (2004). *Modeling Theory in Science Education.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Halloun, I. (2003). Evaluating science and technology learning materials: The case of the modeling curriculum. *UNESCO Regional Workshop on the Evaluation of MST Curricula.* Beirut, Lebanon.

Halloun, I. (2001a). *Apprentissage par Modélisation : La Physique Intelligible.* Beirut, Lebanon: Phoenix series / Librairie du Liban Publishers.

Halloun, I. (2001b). *Student Views about Science: A comparative Survey.* (2001). Beirut, Lebanon: Phoenix series / Educational Research Center, Lebanese University.

Halloun, I. (2000). Model-laden inquiry: A prescription for effective physics instruction. *THEMES,* 1 (4), 339-355.

Halloun, I. (1998a). Schematic concepts for schematic models of the real world. *Science Education,* 82 (2), 239-263.

Halloun, I. (1998b). Interactive model-based education: An alternative to outcomes-based education in physics. *South African Journal of Science,* 94, 313-318.

Halloun, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching,* 33 (9), 1019-1041.

Halloun, I. (1994). Teaching model construction for solving physics problems. *Recherches Pédagogiques,* 19, 5-17.

Halloun, I. (1986). Le réalisme naif et l'apprentissage de la physique. *Recherches Pédagogiques*, 17, 23-47.

Halloun, I. (1984). *The Use of Models in Teaching Newtonian Mechanics*. Unpublished PhD dissertation. Tempe, AZ: Arizona State University.

Halloun, I., & Hestenes, D. (1998). Interpreting VASS dimensions and profiles. *Science & Education*, 7 (6), 553-577.

Halloun, I., & Hestenes, D. (1987). Modeling Instruction in Mechanics. *American Journal of Physics*, 55 (5), 455-462.
Halloun, I., & Hestenes, D. (1985a). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53 (11), 1056-1065.

Halloun, I., & Hestenes, D. (1985b). The initial knowledge state of college physics Students. *American Journal of Physics*, 53 (11), 1043-1055.

Heller, P., Foster, T., & Heller, K. (1997). Cooperative group problem solving laboratories for introductory classes. In: E. F. Redish & J. S. Rigden (Eds), *The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities. Proceedings of ICUPE*, 913-933. College Park, MD: American Institute of Physics.

Helm, H. & Novak, J. (Eds.). (1983). *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University.

Hestenes, D. (1995). Modeling software for learning and doing physics. In: C. Bernardini, C. Tarsitani & M. Vincentini (Eds.), *Thinking Physics for Teaching,* 25-66. New York: Plenum.

Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30 (3), 141-158.

Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental Models.* Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Karplus, R. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching,* 14 (2), 169-175.

Lakoff, G. (1987). *Women, Fire, and Dangerous Things. What Categories reveal about the Mind.* Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Matthews, M. R. (2000). *Time for Science Education. How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion Can Contribute to Science Literacy.* New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education,* 4 (3), 267-285.

Novak, J. (Ed.). (1993). Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Ithaca, NY: Cornell University (distributed electronically).

Novak J. (Ed.). (1987). Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Vol. I, II, III. Ithaca, NY: Cornell University.

Reif, F. & Larkin, J.H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching,* 28 (9), 733-760.

Roychoudhury, A. & Roth, W. M. (1996). Interactions in an open-inquiry physics laboratory. *International Journal of Science Education,* 18 (4), 423-445.

Seiler, G., Tobin, K., & Sokolic, J. (2001). Design, technology, and science: Sites for learning, resistance, and social reproduction in urban schools. *Journal of Research in Science Teaching,* 38 (7), 746-767.

Shore, L. S., Erickson, M. J., Garik, P., Hickman, P., Stanley, E., Taylor, E. F., & Trunfio, P. A. (1992). Learning fractals by "doing science": Applying cognitive apprenticeship strategies to curriculum design and instruction. *Interactive Learning Environments,* 2 (3 & 4), 205-226.

Taconis, R., Ferguson-Hessler, M.G.M., & Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching,* 38 (4), 442-468.

Viau, E. A. (1994). The mind as a channel: A paradigm for the information age. *Educational Technology Review, Autumn/Winter 1994,* 5-10.

White, B.Y. (1993). ThinkerTools: Causal Models, Conceptual Change, and Science Education. *Cognition and Instruction,* 10 (1), 1-100.

**********

## Spinners and Springs

John Stringer, UK
*Sponsored by Heinneman*

What is scientific inquiry and how does it differ from investigation? This interactive session will look at the skills of science, from predicting and manipulating variables to deciding just how good your results are, and at how these skills can be taught through easily-resourced activities. Including practical examples of how classification skills can stimulate the use of language, and association skills develop understanding in math. How you teach these skills, assess their use and offer feedback is critical to the way children develop as young scientists.

## Integrating Math and Science Plenary Sessions

## Getting at What is Worth Knowing and Doing in Math and Science

Ellen Alquist, Curriculum Coordinator, Saudi ARAMCO Schools
*Sponsored by Pearson Education*

A fundamental question underlying curricular decisions in mathematics and science is: What should students know and be able to do by the end of their school experience with these subjects? Our ability to determine the core ideas and key concepts of a mathematics and science curriculum can only improve our ability to design and teach great lessons that enable the students to genuinely explore the subjects and use their knowledge in new situations. We should view curriculum documents as a treasure to be mined rather than a to-do list.

**********

# The Preparation of Secondary School Mathematics Teachers.

Mohamed El Amin Ahmed El Tom
*Centre for Educational Research and Services, M. O. B. Centre for Sudanese Studies, Omdurman Ahlia University, Omdurman, Sudan.*

Expanding access to quality education, particularly mathematics education, is vital for meeting the challenges of sustainable human development in a dynamic global informational economy. Present mathematics curricula fail to address, among other items, such critical issues as the nature of the subject, the role of calculators and computers, and how mathematics is taught and learned. Major changes in school mathematics will require corresponding changes in the preparation of teachers. A major aim of the study is to answer the twin questions: what should an effective secondary mathematics teacher know and what does a typical present teacher know? An answer to the first question is sought from a reading of the international literature. To answer the second question, a battery of instruments was developed to collect the relevant data. The study suggests guidelines for bridging the gap between the desirable and actual knowledge of secondary mathematics teacher.

## إعداد مدرّسي الرياضيّات للمرحلة الثّانويّة

محمّد الأمين أحمد الثُم
مركز الأبحاث التّربويّة والخدمات ,مركز M.O.B. للدّراسات السّودانيّة
جامعة أم درمان الأهليّة ,أم درمان -السّودان

إنّ الوصول إلى مستوى نوعيّ في التّعليم , وبخاصّة في مادّة الرّياضيّات ,هو مسألة حيويّة لمواجهة تحدّيات التّنمية المستدامة في اقتصاد معلوماتيّ معولم وديناميّ .ومناهج الرّياضيّات الحاليّة فشلت في التّصدّي لمسائل حسّاسة متعدّدة من بينها طبيعة الموضوع ,دور الحاسبات والحواسيب ,وطريقة تعلّيم الرّياضيّات وتعلّمها . والتّغييرات الأساس في مناهج الرّياضيّات المدرسيّة تستتبع تغييرات مماثلة من حيث إعداد مدرّسيها .وأحد أهداف هذه الدّراسة هو معالجة مسألتين متلازمتين :المعارف التّي يجب أن يحملها مدرّس الرّياضيّات في المرحلة الثّانويّة ,والمعارف التّي يحملها المدرّس العاديّ في الواقع .وقد تمّت معالجة المسألة الأولى من خلال مراجعة الأدبيّات العالميّة .أمّا الجواب عن المسألة الثّانية فقد تمّ عن طريق تطوير مجموعة من الوسائل لجمع البيانات . وتقترح الدّراسة خطوطًا عريضة لرأب الصّدع بين المعرفة المرجوّة لمدرّس الرياضيّات في المرحلة الثّانويّة وواقعها الحالي .

**********

# Some Research Issues Raised in the MARAL Project in Lebanon

Samar Zebian and Marjorie Henningsen
*American University of Beirut*

MARAL (Mathematics Reform for All in Lebanon) was launched in 2002 and is a research and development effort focusing on elementary mathematics classrooms in Lebanon. The project database includes nearly 250 videotaped lessons from grades one through six in both public and private schools and in both English and Arabic. A variety of challenges have arisen as part of the observation and analysis processes, including among others the difficulties associated with conducting this type of research in schools and making it useful for practitioners, training inexperienced coders to do highly inferential analysis, and treating cultural issues appropriately in the analysis. Discussion was grounded in actual data and artifacts from the project. The MARAL project is currently funded by the following sources: AUB University Research Board, FAS Dean's Office, Lebanese National Center for Policy and Research (Middle East Research Competition), Private donation.

## OVERARCHING GOALS

- Studying mathematics teaching and learning at the elementary level through qualitative and quantitative methods
- *Connected to practice, but also theoretically significant work*
- Teacher/coordinator development
- *Develop practice-based materials for use in professional development*
- Creating a generative research database
- *Developing local research skills/ Building a community of researchers*

## RESEARCH QUESTIONS

- What is the nature of the mathematics tasks being presented to the students, and to what degree do they support and focus on sense making and critical thinking, or memorization, drill & practice?

- What is the nature of the classroom communication? Does it focus on sense-making vs. right answers? Are students asked to explain their thoughts verbally or in writing? To what extent did students collaborate and communicate with one another?

- What kinds of tools, materials, and representations are used during instruction and extent to which they were used by students directly?

- What is the nature of language use, fluency, and literacy during instruction?

- How do the social and cultural norms in the classroom support or inhibit teaching and learning mathematics?

**PROFESSIONAL DEVELOPMENT**

- Workshops, setting goals
- Post-observation interviews
- Copies of tapes to teachers
- Program-level feedback reports/ meetings
- Discussion of demonstration lessons

## CONTENT OF WORKSHOPS
## 2002-2003

- Orientation: Setting Goals, What is High-level Thinking, Reasoning, Communication in Math?, What Are the Obstacles?

- Distinguishing Low and High-Level Tasks, Changing Task Demands from Low-Level to High-Level Using Tasks from the Curriculum, Classroom Management Cases

- Preliminary Results from Fall Data Collection, Opening up Communication/Eliciting Student Thinking, Fostering Students' Independent Thinking

## CONTENT OF FEEDBACK REPORTS

- Nature of tasks
- Nature of mathematical communication
- Use of concrete materials
- Use/orchestration of group work
- Areas of strength and weakness

## WHY VIDEO STUDY

Benefits

- See and hear what's in the "black box"
- *Vivid, multi-layered portrait of instructional environment that is not as well-captured in observer field notes or written reports*
- Relatively raw record of the lesson preserved for later reflection and analysis by us and by the teachers

Challenges

- Ethical Issues –confidentiality, respecting reactions, feedback
- *Logistics, Skillful use of equipment*
- Labor intensive and time intensive
- *Need for training—not just anyone can do it!*
- The record can still be interpreted in multiple ways

*Project Staff: Yasmeen Zein (Psych), Lina Darwiche (Edu) , Sevine Nsouli (Edu), Sara Saab (Psy), Zeinab Zein (Edu), Inar Zein (Edu), Sara Sarraf (Psy), Lamia Moghnie (Psy), Bassam El-Haj Ali (Edu/consultant), Abir Tannir (Edu), Rayane Alamuddin (Psy), Dr. Nehme Safa (Workshop Leader)*

**********

# Raising Pupils' Levels of Thinking in Measurement through Intervention

Author: Dr. Ghada Khoury Gholam, Education Specialist, UNESCO Cairo Office, 8 Abdel Rahman Fahmy St. Garden City, Cairo – Egypt ggholam@mail.unesco.org.eg
Co-author: Miss Cherine Khallaf

*Based on PhD thesis by Ghada Khoury Gholam titled Strategies and Errors in Secondary Mathematics: Raising Pupils' Levels of Thinking in Geometry (Measurement) Through Intervention, King's College London, 1997 (thesis available at the American University of Beirut library).

## Introduction:

Mathematics is an essential subject in all curricula. It develops the individual's mental and cognitive growth and enhances the thinking process. Throughout his research in developmental psychology, Piaget revealed that "mathematics allow the child to develop intellectually, socially and psychologically".

Measurement is taught in mathematics and science, but its importance lies in its daily usage. Bright defines measurement as the "process of comparing an attribute of a physical object to some unit selected to quantify this attribute….. measurement is the result of measuring" (Bright, 1976, p.88). "It teaches you to think" (Howson & Wilson, 1986, p.11) moving children from one level of thinking to the other.

The "Concepts in Secondary Mathematics and Science" project (CSMS), developed tests to identify the levels of understanding of mathematical concepts to provide a structure that would enable teachers and curriculum designers to plan appropriate teaching materials for children levels of thinking that were used in many places throughout this research.

This paper presents description of the research project that was conducted towards a PhD thesis on Strategies and Errors in Secondary Mathematics: Raising Pupils' Levels of Thinking in Geometry (Measurement) Through Intervention.

In light of the previous, this paper was thought of as a mean to illustrate the pillars on which the researcher developed her work and the methodology of developing the thinking maths lessons that would create a framework for increasing the pupils' levels of thinking in measurement.

## Purpose of the Study:

The aim of the research was to investigate the effect of the intervention model, using thinking maths lessons, in raising the pupils' levels of thinking in measurement in particular and in geometry in general. Furthermore, it was also concerned with investigating whether improvements in the reasoning patterns of pupils contributes to an awareness of their errors and misconceptions.

The objectives of the study were to:

1) Confirm what has already been seen in the literature in the case of Lebanon in the area of measurement.
2) Provide a baseline and focus for addressing particular aspects of pupils' errors and misconceptions.
3) Use the outcomes in designing lessons for the next phase of the research.

Thus the first objective was confirmation of the level distribution as proposed by CSMS as well as the confirmation of some of the underlying issues which involve those related to spatial aspects and those which focus on metric aspects. For example in length, children focus on end-points of a line or positional aspects of end-points to determine the length, or they concentrate on linear measurement and do not relate that to the unit of measure in area (i.e. the square).

Another example related to positional aspects of end-points is when children tend to use "counting strategy" for solving questions on area and perimeter (see for example Dickson, 1989), or when they tend to evade the use of fractions (for example in its placement on the number line) and work within the system of whole numbers (see also Kerslake, 1986). The errors observed are well documented and reflect the SESM "child method" described by Booth (1984, p.37).

**Research Methodology:**

1. Pilot Study:

Prior to the main design, the researcher undertook some pilot work in Lebanon in summer 1994. A group of lower attaining students, who were taking a summer course in mathematics, participated in the pilot work. As part of the pilot study, the investigator designed thinking maths lesson on length and the CAME lesson on area and perimeter were tried. Then the thinking maths lesson, designed by the investigator, on volume and on surface area was tried in London in the Royal Ballet School. The purpose of the piloting of the lessons was to gain experience for CAME style teaching and observation.

2. Sample:

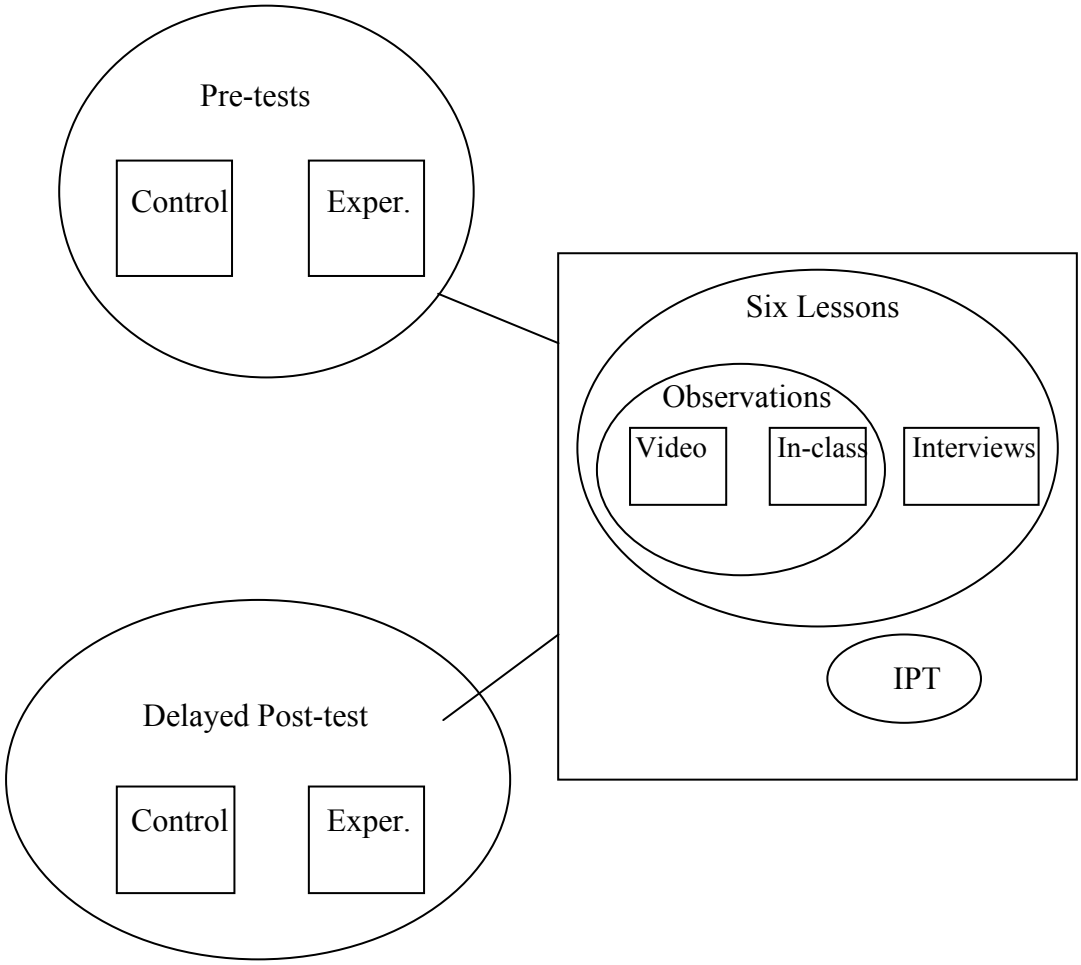
The sample consisted of seventh graders in a private school in Beirut. There were three classes in this grade one was selected as experimental group and the other two as control group. Only one of the sections referred to as the experimental group was given the teaching part of the experiment. The pupils chosen for interviews and observations were picked form this group. The other two sections referred to as the control groups did not receive any thinking maths instruction, but had the regular measurement lessons that were assigned by the program. The control group teacher's style of teaching involved the teaching of concepts and formulas and then giving some exercises to practice what the pupils have learned.
The following table indicates the number as well as the mean age group of the experimental and the control groups.

**Table 1**: Description of the Sample

| Group | Pupils | | Males | | Females | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Number | Age | Number | Age | Number | Age |
| Experimental | 19 | 12yrs 5m | 6 | 12yrs 4m | 13 | 12yrs 5m |
| Control | 39 | 12yrs 5m | 25 | 12yrs 4m | 14 | 12yrs 8m |
| Total | 58 | 12yrs 5m | 31 | 12yrs 4m | 27 | 12yrs 7m |

3. Research Design:

**Figure 1** Design of the Main Study




The design of the research involved three phases. The tests were used for the experimental/control comparison, and to study the relationship with the other two instruments.

1. Phase one included the identification of errors and misconceptions that the pupils had as well as the levels of thinking. The assessment was conducted through pre-tests. Three pre-tests were administered to all the students in October 1994. The CSMS measurement and van Hiele geometry tests were administered to the whole class by the researcher in the presence of the teacher, while the Piagetian Reasoning Task (PRT II) was administered by the science teacher in the presence of the researcher.

a) T1 - The Chelsea Diagnostic Mathematics Tests- Measurement is one in a set of tests developed by the Concepts in Secondary Mathematics and Science (CSMS) project based at Chelsea College, University of London and funded by the Social Science Research Council for the years 1974-79 (Hart et al, 1985).

b) T2 – The van Hiele level test called the van Hiele Geometry Test was designed by the Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project - CDASSG (Usiskin, 1982).

c) T3 - Task II, Science Reasoning Tasks - Volume And Heaviness is one in a set of Piagetian Reasoning Tasks (PRTs) which were developed by the team, Concepts in Secondary Maths and Science, CSMS at Chelsea College, University of London in the period 1973-1978.

2. The design involved lessons in mathematics that focused upon thinking and these took place during the month of November, 1994 followed by an imposed post-test. This treatment was given to the experimental group, while the control group was taught measurement by the regular method applied by the teacher. The description of the lessons and the type of instruction will be explained in details in part II of this paper. This step of the design involved two types of observations that took place during the instruction. The in-class observations handled by the regular class teacher and the video observations that were filmed by a technician, and transcribed by the researcher. Both took place during instruction in November 1994.

a) The class teacher observed the whole class and was mainly concerned with the degree to which the lesson went on as planned. The researcher and the class teacher met before every period for half an hour and after the class for a similar period of time, in order to discuss how the lesson went on and to consider any modifications necessary for the next class.

b) The video observation was handled by a technician working in the Education Department at the American University of Beirut and used to working in classes. One group of the experimental class was videoed throughout the six lessons. The group that was videoed was named group one and included one boy and three girls. The audio portions of the videos were transcribed and these along with the video were analysed by the researcher.

c) Individual interviews were conducted at the end of the teaching sessions by the researcher. They were semi-structured and lasted between 15 to 20 minutes each. Five pupils were chosen from the different groups in the experimental class and were of different ability level as defined by their teacher.

3. This is the final component in the design and involved the administration of the three delayed post-tests T1(2), T2(2) and T3(2) to the control and the experimental groups during the month of February 1995. These were the same instruments that were given as pre-tests in October, 1994.The test that was part of the treatment, and referred to as the imposed post-test (IPT), was given at the end of instruction. This test was prepared by the researcher and revised by the class teacher, then modified accordingly. It was a one hour exam composed of some items similar to CSMS and others similar to problems tackled during the teaching. This test could be viewed as a summary activity for the experimental group and as such is deemed to represent part of the treatment.

**Table 2** Design Chart by Dates of Administration

| Pre-tests | Lessons & Imposed Test | Observations During Lessons | Interviews | Delayed Post-tests |
|---|---|---|---|---|
| Experimental & Control | Experimental | Experimental | Experimental | Experimental & Control |
| October 1994<br>(3 teaching periods per class) | November 1994<br>(7 teaching periods) | November 1994<br>(6 teaching periods) | December 1994<br>(all conducted in one day) | February 1995<br>(3 teaching periods per class) |
| T1(1)<br>T2(1)<br>T3(1) | Length: 2 lessons<br>Area: 2 lessons<br>Volume: 2 lessons<br>IPT | Video observation of one group<br>(4 pupils)<br>In-class observation of the whole class,<br>(6 sessions) | 5 individual interviews | T1(2)<br>T2(2)<br>T3(2) |

4. Data Collection:

In stage one, the CSMS measurement test was administered to 50 children of two classes (2nd year secondary and 3rd year secondary classes of the age group 12 to 14) in an average school in Lebanon. The CSMS test was designed to provide information on basic aspects of the topic, particularly conservation. The test was composed of 24 questions in different order of difficulty. They were mainly in multiple choice format and children were asked not to use rulers but were already given drawn scales to read measures of lines. Each question included a number of items testing the same concepts.

Stage two involved interviews with 11 children that committed errors in length and area CSMS tests chosen out of the levels of thinking 4, 3 and 2. The interviews were conducted two weeks after the written test, took place individually in a separate room. Each interview lasted for 20 to 35 minutes and they were all tape recorded and then transcribed. The questions used for the interview were all pre-prepared on cards and the child was presented with one card at a time.

5. Data Analysis:

The researcher conducted both quantitative and qualitative analysis of data. The quantitative analysis is specific to the tests and involves both the pre-tests T1(1), T2(1), and T3(1), the imposed post-test and the delayed post-tests T1(2), T2(2), and T3(2), with respect to the whole group and the experimental and control groups. The qualitative analysis is specific to the observations (in-class and video) and the individual interviews.

**Research Findings:**

In relation to the first objective of the research, comparative results of the CSMS pre-tests conducted by the researcher in Lebanon with the UK are given below.

Table 3 Percentage Distribution of Levels of Understanding

| Group | L e v e l | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| UK. n = | 19 | 19 | 16 | 31 | 15 |
| Leb. n = 50 | 8 | 46 | 10 | 26 | 10 |

Results showed that 50% of the sample performed at level 2 or below in both the UK and Lebanon. 46% of the students in the UK attained levels 3 and 4 as opposed to 36% in Lebanon.
The results of the tests and a similar CSMS test conducted in Taiwan showed that children still had problems with measurement but these problems were culture free.

Using a class analysis sheet, the researcher filled the codes for every individual and for every item in the test. The error items were then pinpointed for every item indicating the number of students who answered correctly and incorrectly. In comparison with the CSMS results, the items labeled as errors in this study matched with those of the CSMS results in most cases.

With respect to the identification of the pupils' errors and misconceptions, the research revealed that in the case of linear measurement, the main sources of errors were that children focus on the end points of a line to determine its length; associate length with the use of a ruler; think that the diagonal of a square is always equal to the length of its sides; and confuse distance (perimeter) with area. With respect to area, children use the length of one dimension to make area judgments, and associate the counting of unit line segments with points on the segment.

The analysis of the interviews confirmed the error codes and probed further into the methods adopted by children when solving problems on length and area. Particular misconceptions were sometimes due to lack of ability to discriminate between relevant and irrelevant information. Hiebert (1984) found that young children focus on a single aspect of a problem, ignoring other important features. Another problem that children have encountered was making judgment based on visual perceptions.

The previous findings helped the researcher in designing the thinking maths lessons that better deal with the pupils' errors and misconceptions. The pupils' reactions gathered from the interviews provided an insight that these lessons were better understood. Thus, the second part of this paper will deal in more details with the misconceptions that the pupils had in relation to area, how the thinking maths lessons dealt with it, and finally the implications that the lessons had on the levels of thinking of the pupils.

**The Thinking Math Lessons**

Description of the lessons
The lessons that were used during instructions in this research were considered to be of a new type as they were designed to help pupils think and reflect on their thinking. The researcher used two lessons in the series of lessons developed by CAME: one on area and perimeter, and the second on area as function. These lessons were chosen because they are relevant to the subject being investigated and serve as a model for the researcher in the development of the remaining lessons. The researcher then developed four lessons along those lines referred to as thinking maths lessons. There were a total of six lessons covering the three domains. The description of the six lessons is given in table 4 below.
The thinking maths were given to the experimental group while the control group was taught measurement according to the usual school scheme of work. The class was grouped exactly as the teacher normally groups them.

**Table 4.** Description of the Thinking Maths Lessons

| Lesson | Branch | Cognitive demand | Description |
|---|---|---|---|
| 1 | Length | Towards concrete generalization stage | Comparing different measurements. The match between intuitive judgment and results of measurement. |
| 2 | Length | Towards concrete generalization stage | Apply the co-ordinate system and explore the notion that the smaller the unit the bigger the number of units. |
| 3 | Area and Perimeter (CAME) | Towards concrete generalization stage | The difference between the additive nature of the perimeter and the multiplicative nature of the area . Different methods of finding area and the recognition of their equivalence. |
| 4 | Area as function (CAME) | Towards early formal stage | The relationship between the three variables of length, width and area (or perimeter). Use of graph to emphasise the linearity of the function producing a perimeter and the non-linearity producing area. |
| 5 | Volume | Towards early formal stage | Distinguish between 2D and 3D. Different methods of finding volume and the recognition of their equivalence. Changing of dimensions and keeping the volume constant. |
| 6 | Surface area | Towards early formal stage | Distinguish between 2D and 3D. Understand surface area and its comparison with volume, and the relationship between them. |

The teaching model applied aimed to construct a more appropriated knowledge framework based on the CAME project. The intervention lessons given to the experimental group were designed to accelerate children's ability to think.

The lessons included group work where the groups formed were heterogeneous in their abilities. Peer working was used to help pupils' correct mistakes and be aware of others' thinking strategies.

The activities were designed to involve progression in reasoning and sequence of mathematical ideas.

a) Progression in reasoning:
At first, the intuitive choice in terms of guessing or mental judgment was accepted as a normal beginning of involvement in the set of activities. Then, with the help of class discussions, involvement of pupils and teachers' intervention, the activities developed allowing more progression in the reasoning of pupils. At this point, the pupils check their intuitive choices by more intellectual criteria and the use of theoretical form of knowledge. The set of lessons were designed to promote progression across different Piagetian levels. The first three lessons permit the pupils to progress towards the concrete generalization state and may be referred to as phase one, whereas the last three lessons progress towards the early formal stage and be called phase two.

b) Sequence of mathematical ideas:
The lessons started with linear dimension, progressing towards 2D and then 3D. Pupils started working with length, the teacher then introduced the coordinate system to develop the horizontal and vertical axis as a frame of reference used in locating the relative position of objects in space. The activities related to area and volume were a progression to the activity of length and an extension of one dimension to the 2D and the 3D.

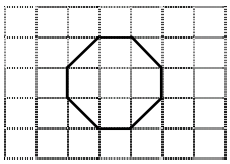
**The Findings:**

The aim of the research was to find out whether pupils who got the treatment were able to perform better with respect to specific errors. The percentage of correct responses of pupils in both the experimental group and the control group were compared for the pre-test and the delayed post-test. Table 5 shows the test results for selected items for the experimental versus the control group.

The progress was evident for all items dealing with length (refer to example 1 and 2 below), when comparing the post-test results of the experimental and control groups. As to area and perimeter the pupils that received the treatment improved from 55% to 72% especially with respect to the assumption that if the area is the same, the perimeter does not change too (example 3).

**Ex. 1** Comparison of length

**Ex. 2** Distance all around the edge



Hart (Private communication) says that even in interviews and when the children were given cut-outs to manipulate, they still thought that they were not doing it properly and maintained that the perimeters did not change. The lessons dealt with this particular concept (confusion between area and perimeter as shown in example 3 below) and as it seems pupils tended to reflect better on their responses.

Ex. 3 Comparison between area and perimeter

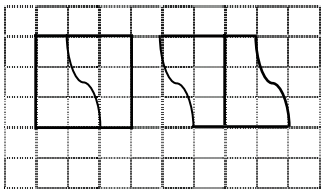


**Table 5** Percentage Increase and z value for Selected CSMS Items

| Item | Subject | Percentage Increase of Correct Responses (Exp. Group) | Percentage Increase of Correct Responses (Control Group) | z value |
|---|---|---|---|---|
| 1b | length | 39 | 22 | 1.31 |
| 6 | length | 38 | -6 | 3.92[1] |
| 9b | perimeter | 17 | -3 | 2.48[2] |
| 10b(A) | area | 28 | 0 | 3.37[1] |
| 15b | area | 12 | 0 | 2.14[2] |
| 15c | perimeter | 16 | 22 | -0.54 |
| 17b | perimeter | 11 | 6 | 0.71 |

[1] Significant at 0.01 level.

[2] Significant at 0.05 level.

## Conclusion

The research dealt with pupils' reasoning in the area of measurement. It involved an initial investigation into the reasons underlying errors and misconceptions in measurement as a confirmation to "The Concepts in Secondary Mathematics and Science Project", Chelsea College, which had shown them prevalent among 12 to 14 year-old pupils.

In summary the key features of this research are as follows:

1. an investigation into the causes of errors in measurement by means of individual interviews with children identified as making errors in length and area;
2. the conduct of a teaching experiment known as an intervention program in an experimental class;
3. the administration of 3 tests, to experimental and control groups, before the intervention program and 3 months after its completion in order to:

- assess the levels of cognition and the levels of understanding of the pupils to check their readiness,

- test the effect of the treatment in improving the levels of the pupils.

The research was designed to provide contribution in two areas: a deeper understanding of the difficulties children have with respect to measurement, and a teaching program designed to raise pupils' level of thinking in an attempt to alleviate some of these difficulties and reduce children's misconceptions. The lessons developed for this research might provide a starting point towards guiding teachers in the secondary level. More thought need be given to involving the pupils in the learning process and giving them the chance to think and reflect on their thinking when doing mathematics. This is deemed to have an effect on pupils' progress in mathematics learning in which they could realize their potential in this area.

The teaching model was also effective in the reduction of some errors in measurement in particular a) less dependence on visual objects and presentations b) linking concrete experiences to more formal mathematical ideas c) a better understanding of the units of measurement d) less confusion between perimeter and area e) use of area and volume formula with understanding, and in some cases f) better understanding of the conservation of volume.

## References


Adhami, M., Johnson, D. C. & Shayer, M. (1995a). Cognitive acceleration through mathematics education: an analysis of the cognitive demands of the national curriculum and associated commercial schemes for secondary mathematics. In Proceedings of the Joint BSRLM/AMET Conference, Loughborough, UK, May 1995.

Adhami, M., Johnson, D. C. & Shayer, M. (1995b). Cognitive acceleration through mathematics education: towards a theory of instruction and intervention. Paper presented at the British Congress of Mathematics Education, Manchester, UK, July 1995 (paper available from the author).

Booth, L. R. (1984). Algebra: children's strategies and errors. NFER - NELSON.

Dickson, Linda. (1989). Area of a rectangle. In D. C. Johnson (Ed.), Children's mathematical frameworks 8-13: a study of classroom teaching (Chap. 6). NFER - NELSON.

Hart, K. M. (1981a). Measurement. In K. Hart et al., Children's understanding of mathematics: 11-16 (pp. 9-22). London: John Murray.

Hart, K., Brown, M., Kerslake, D., Küchemann, D., & Ruddock, G. (1985). Chelsea diagnostic mathematics tests: teacher's guide. Windsor: NFER - NELSON.

Hiebert, J. (1981). Units of measure: results and implications from national assessment. The Arithmetic Teacher, 28 (6), 38-43.

Hiebert, J. (1984). Why do some children have trouble learning measurement concepts? The Arithmetic Teacher, 312 (7), 19 - 23.

Howson, G. & Wilson, B.(Eds.). (1986). Mathematics and general educational goals. In School Mathematics in the 1990s (pp. 7-18). Cambridge: Cambridge University Press. ICMI Study Series.

Kerslake, D. (1986). Fractions: children's strategies and errors. NFER -NELSON.

Ratadz, H. (1979). Error analysis in mathematics education. Journal for Research in Mathematics Education, 10 (3), 163 - 171.

Sharma, S. S. (1993). Graphs: children's strategies and errors. Published by King's College London.

Usiskin, Z. (1982). Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry. CDASSG Project. The University of Chicago. ERIC Document No. ED 220288.

**********

## The Development of a Calculator Booklet and its Effect on Teachers' Attitudes towards Calculator Use in Math Classes (Grades 6-12)

Houssam Kasti,
Hariri High School II, Beirut, Lebanon

In the mathematics classrooms envisioned in the NCTM Principles and Standards 2000, and under the Technology Principle, every student is expected to have access to technology to facilitate his or her mathematics learning under the guidance of a skillful teacher. Technology in this sense includes computers and calculators, and since the latter is available to all students, action needs to be taken to prepare teachers who are able to use calculators skillfully in the classroom. Consequently, this study aimed to investigate the attitudes of math teachers toward the use of the calculator by students in their classes, and how these attitudes change if teachers are involved in a workshop addressing the importance of using calculators. Moreover, the study aimed to investigate how to use this technology, when to use it, the best way to use it in the classroom.

**تطوير كتيّب الآلة الحاسبة ومدى تأثيرها على موقف الأساتذة من استعمالها في صفوف مادة الرياضيّات.**

حسام كستي
ثانوية الحريري الثانية
بيروت, لبنان.

من خلال تصوّر مبادئ ومعايير NCTM 2000 في صفوف مادة الرياضيّات, وطبقاً لمبدأ التكنولوجيا, يتاح لكل تلميذ فرصة لاستعمال وسائل التكنولوجيا لتسهيل تعلّم مادة الرياضيّات بإشراف أستاذ ذي مهارة . إنّ كلمة تكنولوجيا, في هذا المضمار, تتضمن الحاسوب والآلة الحاسبة. وبما أنّ الآلة الحاسبة في متناول يد كل الطلاب على الصعيد المحلّي, لذا فمن الضروري العمل على تطوير خبرات الأساتذة في مجال التكنولوجيا. تهدف الدراسة إلىعرض نظرة أساتذة الرياضيّات تجاه فكرة استعمال الآلة الحاسبة من قبل التلاميذ داخل الصفوف, كيفية تغيير هذه النظرة في حال تمّ اشراك الأساتذة في ورشة عمل تشرح أهمية استعمال الآلة الحاسبة من خلال الإجابة عن أسئلة تتعلّق بإستعمال التكنولوجيا, التوقيت المناسب, والطرق الأفضل لكيفية إستعمالها.

**********

# Information Technology as a Tool for Teaching Primary Mathematics

Dr. Nehme Safa
American University of Beirut

**Abstract**

Information technology is percolating education. However, information technology is introduced as a new component of the Lebanese school curriculum, not really integrated. This paper describes the attitudes and opinions of a sample of primary Math teachers in Lebanon towards using technology as a tool for teaching math and investigates the importance of integrating technology into the math curriculum in terms of learning theories. 35 primary math teachers who represent different primary grades, different school systems, different socioeconomic areas, and geographic locations are surveyed using a questionnaire and observation. On analyzing the results, two findings emerged. First, the main use of the educational technological tools is to enhance higher order thinking skills. This finding is referred to a growth in various social and cognitive skills that were referred to the software's instructional design and cooperation and collaboration among students. Second, the use of the educational technological tools to enhance basic skills was less frequent.

## Curriculum Background

"As we stand at the edge of this new millennium, gazing at its uncharted expanse, some of us feel as if we are stepping out onto a launching pad; others feel at the brink of an abyss. Some see the challenges and the marvels to come and are exhilarated; some see only the certainty of change and its uncertain outcomes and are apprehensive". (Roblyer &Edward, 2000, p.1). The influence of technology is a primary force shaping both perspectives. No one can deny the expansion of technology world wide. The personal computer is a crucial component of life in this age of technology. Information technology has facilitated the feasibility of previously difficult and even impossible tasks in our everyday life. Information technology has changed people's lives through the use of automatic teller machines, CD ROM, hand held calculators, cellular phones, home appliances, automobiles, air planes, audiovisual equipment and even video games (Brumbaugh et al, 1997).

Information technology has changed the way many subject areas are taught, particularly mathematics. As early as 1989, MSEB stated "The teaching of mathematics is shifting from primary emphasis on paper and pencil calculations to full use of calculators and computers".

With the above quote and the idea that teachers get used to teach as they have been taught, what will happen to the math methodology? Will information technology become harmonized with learning primary mathematics? Will math teachers resist any changes in the math methodology?

It is predicted that there would be no agreement on the integration of information technology in math education. The questions that arise among math teachers are how and when they use information technology? Steen (1989) suggested that computers should not become an integral part of leaning math until the second year of college. Advocators of integrating information technology into math curriculum argue that math standards state clearly that technology should be incorporated

throughout the math curriculum. Others think teachers should adopt a "wait and see" attitude on embodying more technology into math learning atmosphere (Brumabaugh etal, 1997).

A choice comes out. Should technology be integrated into the math education curriculum or not? One way to test this idea is to look at a sample of primary Lebanese schools which have already integrated educational technology tools into math education.

Many educators, learners and parents recognize the importance of using information technology. They refer their common sense rationale to two major beliefs. First, computers are used in all fields and therefore should be used in the field of education. Second, recent research has illuminated the efficiency of computer based methods. The validity of these commonly held beliefs is demonstrated. Educators present the following rationales for integrating technology: motivating students to learn, facilitating a unique learning environment, and providing support for new instructional approaches (Roblyer & Edward,2000).

Before integrating technology into their teaching, educators must be familiar with the different views on appropriate teaching strategies, how societal factors and learning theories have shaped these views, and how each strategy can address different needs.

Debate arises around the question of what is the most appropriate instructional role of technology. Prior to about 1980, the answer would have been easy. According to respected educational theorists of the time, the issue divided people into three tracks : those who favored using computers primarily as tools for word processing , those who considered them mainly as teaching aids or tutors , for example, drills and tutorials (to be defined later), and those who thought that the most powerful use was programming. But the advocators of these tracks would have agreed that each of these approaches had its place, and there were popular classroom strategies for each use (Roblyer & Edward,2000).

As social and educational needs change, education and teaching strategies also change; consequently, the integrating strategies change. Today, the perceptions of the goals of education itself and appropriate instructional methods to help students achieve those goals shape the appropriate role of technology (Watson and Tinsley, 1996).

Most educators seem to agree on changing the educational goals, but learning theorists disagree on which strategies would best meet today's educational goals. This argument has been considered as a catalyst for two different views on teaching and learning. One view, which is called directed instruction, evolved primarily from behaviorist learning theory and the information processing branch of cognitive learning theories. The other view, which is referred to as constructivist, is grounded in other branches of thinking in cognitive learning theory. A few technology resources such as drill and practice, tutorials, are associated only with direct instruction; most others like problem solving can enhance constructivist learning (Roblyer &Edward 2000).

Grabe (2001) sees meaningful roles for both directed instruction and constructivist strategies and the corresponding technology application; both can help children meet the many and varied requirements of learning.

Sfard(1998) says that learning is described by two different metaphors: the acquisition metaphor and the participation metaphor. She notes that "…the acquisition metaphor is likely to be more prominent in older writings, and more recent studies are often dominated by the participation metaphor" (p.5). In any case, such differences in

language indicate fundamental differences in thinking about how learning takes place and how we can enhance it.

However, both directed instruction and constructivist approaches endeavor to identify what Gagne (1985) called the conditions of learning or the "sets of circumstances that obtain when learning occurs" (p.2). The two approaches diverge at three points: (1) The definition of learning, (2) the description of the conditions required to make learning happen, and (3) the types of problems that arise most during the learning process. This disagreement is related to the fact that the two approaches adopt different philosophies and learning theories, and they hold different perspectives on ameliorating education practices (Roblyer&Edward, 2000).

Adherents to constructivism believe that children learn effectively in an atmosphere rich in interactions with real life experiences. This indirect approach of learning indicates that the teaching/learning process evolved from meaningful activities (Confrey, 1994). Directed instructional methods, however, accentuate the notion that children learn effectively and efficiently through a structured approach. This structured approach views math as a sequence of skills. When you learn them you learn math (Educational Technology, 1993).

**Role of technology in fostering directed instruction**

Although they are based primarily on early theories of learning, directed instruction methods address some very important problems. Teachers face problems in meeting the individual pacing and remedial needs of each student while confirming that all students are learning required skills. Hence, individualization becomes both the goal and the terror of teachers.

Since directed instruction methods stress the structured approach of teaching and require teaching when needed, systems approaches were widely suggested as a way for teachers to design self instructional packages, for students to separate directed instruction from the need for the teacher to transmit it. These self instructional packages are called tutorials. They are programmed instructions that are referred to as dialogue programs because they imitate the interchangeable instructions that often occur between students and teachers (Snowmann, 1997). Other technology resources that could help overcome some of the problems addressed by directed instruction are called "drill and practice". Drill and practice software provides students with opportunities to practice knowledge and skills that were presented ahead of time by the teacher or by a textbook. Many teachers believe that such practices develop recall and fluency skills as prerequisites to advanced concepts. They like students to have what Gagne (1982) and Bloom (1986) call automaticity or what Hasselbring and Goin (1993) say "proficiency" to help them master higher-order skills faster and more easily (Edward & Roblyer, 2000).

**Role of technology in enhancing Constructivism**

Tutorials and "Drill and Practice" enable students to learn isolated skills and memorize facts. Many educators thought that education should go beyond the objectives of such software. They called for more emphasis on developing students' abilities to solve problems, and think critically. In other words, critics focused on learning how to learn instead of learning specific content (Grabe, 2001) i.e. they emphasized software that enhance constructivism.

Much problem solving software, such as logo and Geometer sketchpad, seem to provide lively active visual support which helps students develop better mental models

of problems to be solved. These visual media help engage and motivate students by using graphics and other devices students find interesting and attractive. Visual media also involve students in cooperative groups to construct products (Grabe, 2001). Watson and Tinsley (1996) refer to such software as "the computer world to explore". They accentuate that learners are found engaged wholly in a little cosmos which they are going to discover gradually. In such an atmosphere, learners construct hypotheses, test them, and interact with their peers or teachers to rebuild in their mind the little cosmos in which they act and the rules which control it.

**The study and methodology**

In order to add to our understanding of the relationship between such ideas about learning and the use of educational technology, this article describes a study of the attitudes and opinions of a sample of primary math teachers in Lebanon and further investigates their ways of integrating technology into the math curriculum.

The Lebanese Center for Educational Research and Development took up a new challenge for integrating educational technology tools into the teaching of mathematics. "The flashing advancement in technology has deeply marked modern society. We speak today of the era of "information" like we spoke a quarter of a century ago, of the industrial era" (The Lebanese New curricula, 1997, p.288). That is the intended curriculum. But what actually happens in Lebanon's schools?

Twenty Lebanese schools have embarked on a project of IT for primary schools, with the first phase being introduced in 1999 when teaching a computer literacy training program was implemented, and the infrastructure for lab networking was installed (computer lab, internet…). The second stage was devoted to teacher training on the integration strategies where professional development activities to support the integration of technology and instruction had been implemented. The use of IT in these schools had been advocated as an enabler to enhance the teaching/learning of mathematics.

Hence, according to the literature review and to the feedback obtained from the 20 Lebanese primary schools, integrating educational technology tools into primary mathematics is very important. However, other Lebanese primary schools are still adopting traditional teaching strategies in teaching math, where technology is not implemented. How can we motivate the math teachers in such schools to integrate technology into the math curriculum? How can we show them the importance of integrating technology into the math curriculum and hence change their attitudes toward the integration strategies? This is one purpose of this paper, in describing the attitudes and opinions of the Lebanese primary math teachers of the 20 schools already mentioned.

Therefore, for this research, the population is specified as those primary math teachers in Lebanon who are integrating technology into math curriculum i.e. who teach in the 20 schools already mentioned. Its characteristics, the aspects of the population we wish to measure (Barnett, 1991), are the opinions of math teachers in Lebanon concerning integration strategies.

From the 20 schools, five were selected randomly. All the primary math teachers (grade 1 to grade 7) in these selected schools were then chosen. This sample includes 35 primary math teachers i.e. all the primary math teachers in the 5 surveyed schools.

**Procedure**

Three methods of obtaining data were used:, (i)Mail questionnaire (including e-mail), and (ii ) Observation. A 13 item questionnaire was sent to the 35 primary math teachers which consisted of two sections: (1) uses of technological educational tools for enhancing basic skills, (2) uses of technological educational tools for enhancing higher order thinking skills. Teachers were asked to indicate on a 5 point scale (a. very often b. often c. sometimes d. seldom e. almost never) their frequency of use of technological tools for the stated purpose.
The questions were:

I implement the technological educational tools in my classroom:

1. to give students practice exercises to practice the concept or skill being taught
2. to meet the individual pacing and remedial needs of each student
3. to enhance retention and recall
4. to motivate students to learn basic skills through reinforcement
5. to provide students with alternative learning strategies in teaching basic skills
6. as an assessment tool to inform myself about students' strengths
7. as an assessment tool to inform myself about students' weaknesses
8. to promote cooperative learning and interactions among students and thus foster critical thinking.
9. to help students develop higher order thinking by generalizing from particular cases.
10. to enable students to explore and recognize relationships between ideas and thus think critically.
11. to provide students with assistance to accomplish a complex task which requires higher order thinking skills.
12. to have students employ higher order thinking skills by applying math skills in other subject areas.
13. to enable students to employ higher order thinking skills by applying what they learn outside the school culture.
14. Analysis and Results

Table 1 summarizes the frequency of use of the educational technological tools:

**Table1**

| | Very often | Often | sometimes | seldom | Almost never |
|---|---|---|---|---|---|
| Q1 | 43% | 14% | 43% | 0% | 0% |
| Q2 | 43% | 14% | 43% | 0% | 0% |
| Q3 | 43% | 14% | 43% | 0% | 0% |
| Q4 | 43% | 11% | 46% | 0% | 0% |
| Q5 | 43% | 14% | 29% | 14% | 0% |
| Q6 | 0% | 43% | 57% | 0% | 0% |
| Q7 | 0% | 57% | 43% | 0% | 0% |
| Q8 | 57% | 14% | 29% | 0% | 0% |
| Q9 | 43% | 29% | 28% | 0% | 0% |
| Q10 | 43% | 29% | 28% | 0% | 0% |
| Q11 | 43% | 29% | 28% | 0% | 0% |
| Q12 | 43% | 29% | 28% | 0% | 0% |
| Q13 | 43% | 29% | 28% | 0% | 0% |

As can be seen, the primary math teachers frequently use technological educational tools to foster critical thinking through cooperative learning and interactions among students, generalizing from particular cases, exploring and recognizing relationships between ideas, providing students with assistance to accomplish a complex task, applying math in other subject areas, and applying what students learn outside the school culture. However, less frequent is the use of educational technological tools to give students practice exercises to practice the concept or skill being taught, to meet the individual pacing and remedial needs of each student, to enhance retention and recall, to motivate students to learn basic skills through reinforcement, to provide students with alternative learning strategies in teaching basic skills, and to inform teachers about students' strengths and weaknesses.

Trends in uses of the educational technological tools across grades 1-7

To investigate the distribution across grades, data are split into three levels, namely, lower (Grades 1,2, and 3), middle (grades4 and 5) and upper (grades 6 and 7) . There are 15 lower primary math teachers, 10 middle primary math teachers, and 10 upper primary math teachers.

**Table 2**

| | Lower primary | Middle primary | Upper primary |
|---|---|---|---|
| Q1 | 100% very often | 50%often<br>50% sometimes | 100% sometimes |
| Q2 | 100% very often | 50 % often<br>50% sometimes | 100% sometimes |
| Q3 | 100% very often | 50% often<br>50% sometimes | 100% sometimes |
| Q4 | 100% very often | 40% often<br>60% sometimes | 100% sometimes |
| Q5 | 100% very often | 50% often<br>50% sometimes | 50% sometimes<br>50% seldom |
| Q6 | 100 % often | 100% sometimes | 100% sometimes |
| Q7 | 100% often | 50% often<br>50% sometimes | 100 % sometimes |
| Q8 | 66% sometimes<br>34% often | 100% very often | 100% very often |
| Q9 | 67% sometimes<br>33% often | 50% often<br>50% very often | 100 % very often |
| Q10 | 67% sometimes<br>33 % often | 50% very often<br>50% often | 100% very often |
| Q11 | 67 % sometimes<br>33% often | 50% very often<br>50% often | 100 % very often |
| Q12 | 67 % sometimes<br>33% often | 50% very often<br>50% often | 100% very often |
| Q13 | 67% sometimes<br>33% often | 50% very often<br>50% often | 100% very often |

As shown in table 2, teachers at middle and upper grades rate the use of educational technological tools to enhance higher order thinking skills more highly than do the lower grade teachers. In summary, these teachers report that their most frequent

uses of the educational technological tools are to enhance higher order thinking, with a greater emphasis on promoting cooperative learning. However, teachers at lower grades rate "enhancing basic skills" higher than the middle and upper grade teachers do. These teachers report that their most frequent uses of educational technological tools are to enhance basic skills.

**Discussion**

It appears that the main use of educational technological tools is to enhance higher order thinking skills. Furthermore, this becomes more predominant moving up the grades. However, the use of the educational technological tools to enhance basic skills decreased from lower grades to the middle and upper grades. This result confirms one of the broad goals identified by NCTM (1989) that students must reason mathematically. NCTM states that American culture often treats math as a collection of skills to memorize as contrasted to a way of thinking. It seems that teachers use the educational technological tools to enhance higher order thinking skills in general, including promoting cooperative learning, helping students generalize from particular cases, enabling students to explore and recognize relationships between ideas, and providing students with assistance to accomplish a complex task, applying math skills in other subject areas, and applying what students learn outside the school culture. Informing teachers about students' weaknesses and strengths become more predominant moving down the grades. The fact that the emphasis on enhancing basic skills and assessment to inform teachers about students' strengths and weaknesses does seem congruous to what Snowman (1997) suggests, that pinpointing students' strengths and weaknesses is necessary for planning activities appropriate for both skill development and intellectual development.

**Influencing factors in the development of higher order thinking**

As mentioned earlier, it seems that primary math teachers use the educational technological tools to enhance higher order thinking skills in general with an emphasis on middle and upper grades. Further, data from the interviews and observations confirm this. First, there is intensive use of constructivist educational technological tools in the middle and upper grades, since students at those levels are able to acquire higher order thinking skills. Piaget refers to such stages as concrete operational stages through which children become less influenced by perceptual centration, irreversibility, and egocentrism and are able to develop a greater understanding of logic based tasks. Second, there is a consistently high level of involvement and a satisfactory growth in various social and cognitive skills that are developed and reinforced within the implementation of such tools. There are two major interrelated reasons for the development of higher order thinking skills: (a) the educational software's instructional design, (b) cooperation and collaboration. The technological educational tools discussed here are those which support constructivist strategies, i.e. problem solving software (cabrigeometer, logo…).

**The educational software's instructional design**

Our questionnaire showed that 43% of the primary math teachers very often use the educational technological tools "to enable students to explore and recognize relationships between ideas and thus think critically", "to have students employ higher

order thinking skills by applying math in other subject areas", and "to employ higher order thinking skills by applying what they learn outside the school culture". Combining such results with data obtained from observation and interviews, let us see how the instructional design of such tools develops higher order thinking skills. The user interface design of the educational technological tools is user friendly, simple and creative. It enables students to make graphics, figures, and create designs. It meets the criteria that identify a Microworld simulation. Rieber (1996) and Pellegrini (1995) stress that Microworld simulations can support learning with environments compatible with earnest play which requires critical thinking and a highly personal commitment and involvement. One teacher in our study supported the notion of earnest play for such tools. He stated that the children were saying that logo was fun and commented "I can't believe it….I am really now an artist or architect…it is my ownership". Another teacher reported that constructivist software enabled students to apply math in other subject areas. When he asked his students to use constructivist software to design graphics for different types of daily weather report and then to record daily weather on an electronic calendar, the teacher applied the concept of numbers in language skills. Such a connection enhances the development of higher order thinking skills. Development of higher order thinking skills could be related to the learner interface of such tools. This interface attempts to involve learners in authentic activities in order to develop apprenticeship.

43% of the primary math teachers very often "provide students with assistance to accomplish a complex task which requires higher critical thinking". Let us consider other observations in relation to this questionnaire item. Our observational data during the use of the Logo software reveals that the students were amazed by the help the Logo listener provided. They followed his scaffolding hints and notices that increase self directed decision making abilities using professional scientific language (Henderson, Eshet, &Klemes 2000). To illustrate, let us consider the following feedback: "The repeat command need more input variables…" (from an observation concerning the effects of Logo). "Through the production of this character, the instructional designers guarantee that students gain scaffolded support , appropriate language usage, and recognition of their learning achievement, that is , ingredients found in a cognitive apprenticeship" (Henderson et. al, 2000 p.230). Other aspects of scaffolding could be achieved by teachers incorporating the educational technological constructivist tools into their classrooms. From my observational data, it can be said that Vygotsky's ZPD was seen clear in one situation where a few children became interested in developing Logo programming commands. Even though the directions were pictorial and free of words, children needed first an adult's help to learn how to follow the step by step construction directions.

The role of logo and Geometer sketchpad in facilitating children's abstract reasoning about geometric problems

43% of the primary math teachers very often use the educational technological tools "to help students develop higher order thinking by generalizing from particular cases". The data obtained from observation, combined with the response of this questionnaire item reveal that the educational instructional design of such tools reflect Piaget's principles of generalization which enhance the development of higher order thinking skills. We can consider, for example, how the educational instructional design of Geometer sketchpad and Logo reflects these principles.

Traditional theories of cognitive development agreed up on the fact that learning occurs when instruction is in harmony with children's levels of cognitive development (Van Hiele, 1986). All math educators admit that geometry learning requires abstract

thinking abilities. Thus, theoretically students should be able to understand some geometric principles when their cognitive development is at the formal abstract level. According to Van Hiele's geometric thinking hierarchy, children's learning and thinking about geometry passes through three phases: (1) visual, (2) descriptive, and (3) abstract (Hiele, 1997 )

As previously noted, the surveyed primary mathematics teachers integrate the educational technological constructivist tools into teaching to enhance students' higher order thinking skills. Two technology tools that are useful for performing this purpose are PC logo, and Geometer sketchpad.

Logo includes functionalities that enable students to create artistic designed figures, save and load data, and perform mathematical operations. Students are enthusiastic while completing such tasks since the tasks include fun and entertainment at the same time. Recent studies highlighted the efficiency and the effectiveness of Logo as a programming language for teaching higher order thinking. These studies suggest that "the original philosophy of Logo stressed the importance of personal discovery within a responsive exploratory environment" (Grabe, 2001, p.95). In such environment, students will be intrigued to approach a problem from more than one perspective. Accomplishing this task requires, of course, a high level of critical thinking.

Geometer sketchpad is an extraordinary software used as a tool for exploring Geometry. It is a dynamic and time consuming software that enables students to construct figures, explore, and understand geometrical topics in ways that are not feasible with paper and pencil. Students using this software will be empowered to draw conclusions, make conjectures, and observe patterns about geometrical concepts (Key curriculum, 1999). In this sense, Geometer sketchpad reflects Van Hiele's geometric thinking hierarchy. To illustrate, from my observational data, a student can construct a geometric figure and explore relationships. Dragging, squeezing, and stretching any part of this figure will keep all the relationships imposed by the construction true and will change other things that are not strictly identified by the construction. Students will be able to formulate their own abstract geometric conjectures as long as they repeat their experiments.

**Cooperation and collaboration**

As mentioned earlier, 57% of the surveyed teachers very often use the educational technological tools "to promote cooperative learning and interactions among students and thus foster critical thinking". Let us look at our observational data to add to this.

Theoretically, the educational system has long accepted the direct approach of teaching, which is essentially described by transmitting a body of knowledge from teacher to students. Practically, however, the HMI publication "Education observed" (DES, 1984) states that "teachers need to have higher expectations of their pupils, to take greater account of pupils' individual differences and generally to make lessons less teacher dominated" (as cited in Hoyles & Sutherland, 1992). This report also indicates that most school classrooms do not involve students in any debate or argument; in formulating ideas, as well as in answering questions, and articulating their ideas through open discussion. In this sense, math educators become aware of the potential role of discussion in math classrooms. Contexts which provoke pupils to talk about mathematics and articulate their perspectives on mathematical activities are therefore being encouraged. Changing the emphasis in the mathematics classroom from teacher-

centered to student-centered is a good example for establishing such context. But this change is not an easy task as it involves changes in the teacher's role. Individualized learning approaches have begun to shift the balance of control in classrooms but there still exist some cases where students do not expect to argue, collaborate, and take initiatives and responsibility for their own learning. The incorporation of computers in an interactive manner could be considered as a catalyst for further progress. The motivation of the graphical feedback and the public character of the screen would lead to stimulate investigative, student-centered work which could quite naturally be shared (Hoyles &Sutherland, 1989).

The following episodes from my own observation illustrate the three way interactions between two pupils and the educational technological constructivist tools feed back and the positive side to collaborative working which fosters higher order thinking skills:

I observed two students. The first was a talkative student who tended to be easily distracted. The second, on the other hand, was suberminded and smart. He had an important role in having the first pay attention when he was distracted. For his part, he enjoyed working with the first and benefited from his bank of exciting ideas. By the end of the class both students were able to develop an ability to question each other and try to illustrate their ideas when their partner was confused. This is illustrated by the following example in which the pair was defining procedures for triangular pyramid pattern. The first student then confidently defined a procedure to draw a triangular pyramid pattern in the editor:

RT30

PU

FD 40

PD

RT60

Repeat 3 [FD 40 RT 120 ]

RT 60

FD40

RT120

FD 80

(Note here that REPEAT is an instruction in logo .It makes the turtle execute the same list of instructions a certain number of times. This process is called a loop. RT turns turtle in degrees clockwise. FD moves turtle forward n steps. PU lifts the turtle pen. PD drops turtle pen).

The second student didn't agree and was not convinced that this would work: "I bet you, this is not the right procedure" the first student then remarked: "So do I". The second student was sure that he had known that the Logo procedure was not correct: "I guess it". The first student was bewildered and asked the second for help: "well where did we commit a mistake?" the second student tried to explain but was really only at the stage of trying to arrange his own ideas: "you made a mistake with the what was it?"

The second student needed to review the Logo command developed by his colleague. He did this and tried again to explain in a rather hesitating fashion, by referring to the total number of triangular pyramid edges “It can’t be 6 edges you know If we fold, it we will not get a triangular pattern we need more edges”. The first student still did not recognize the second student’s reasoning but this discussion helped him realize that he required to count the number of edges correctly. The first student said “we should do it slowly”. He started to draw the pattern of triangular pyramid in direct drive thinking aloud as he did it: “6 edges 6 edges  it is 6 edges, I’m sure because I remember the number of edges of triangular pyramid is 6".

He did not understand at this stage how the pattern of triangular pyramid includes more edges; he was simply recalling the number of edges of triangular pyramid. The second student, however, wanted to try out his ideas: “can I just try my procedure?” the first student answered him, although he was not convinced, “yeah.I don’t know if we will succeed” The second student typed in:

RT 30

Repeat 3 [FD 80 RT 120]

PU

FD 40

PD

RT 60

Repeat 3 [FD 40 RT 120]

and as the correct figure displayed, the second student said “ It worked” the first student was impressed but still needed to know how “.how you did that?” The second student could now confidently and proudly explain: "Although it has 6 edges but when you try to form its pattern the number will increase since the construction of a triangular pyramid is as follows: you have four faces. The first, which is the base, consists of 3 edges and the other three faces contain common edges. Although you see 3 edges in the lateral faces but actually when you unfold the pyramid you will have 3 more edges since each edge is intersecting two faces so you should double the number of edges". The interaction helped both boys; the second student became more articulate in his ideas and the first student began to identify the defect in his original argument “that he has to count correctly the number of edges ie to double the number of edges of the lateral faces.”

As stated earlier, it seems that lower primary math teachers more frequently use educational technological tools to enhance basic skills. This could reflect the intensive use of direct educational technological tools in the lower grades since students at those levels require basic skills. Piaget refers to such stages as preoperational stages when children form many new schemes but do not think logically. Perceptual centration, irreversibility and egocentrism are considered barriers to logical thought.

Our questionnaire showed that 100% of the lower primary math teachers very often use the educational technological tools to give students practice exercises to practice the concept or skill being taught, to meet the individual pacing and remedial needs of each student, to enhance retention and recall, to motivate students to learn basic skills through reinforcement,  and to provide students with alternative learning strategies in teaching basic skills. On the other hand, 100% of the lower primary math teachers often use the educational technological tools to inform themselves about students’ strengths and weaknesses. Let us consider the data obtained from my

observation and interviews in order to add to our understanding of the responses to the above questionnaire items.

From my interviews, it can be concluded that “drill and practice” and tutorials can be used as alternative learning strategies for teaching basic skills. Moreover, other observational data in grade 1 reveal that the concept of addition, subtraction, multiplication and division were taught in meaningful ways. Students used pictures to describe addition, subtraction, multiplication, and division situation (Mighty Math software). For example, in order to divide 9 by 3, the students had to snap the correct numbers of clowns on 3 boxes (in an interactive way). Students were easily able to understand the concept of addition, subtraction, multiplication, and division because of the interactive capabilities of the software which provided the students with meaningful learning. Hence, learning with technology supports models of instruction that emphasize learning with understanding and more active involvement on the part of the students.

## Conclusion

The integration strategies are the educational approaches that help achieve "the acquisition learning" and "the participation learning". The former focuses on a new set of skills necessary to help students acquire life long learning skills. Such skills are built on workplace competencies that result in solid job performance. These competencies are: the ability to think creatively, make decisions, solve problems, and know how to learn (Marzano, 1996).

The participation approach of the integration strategies develops the building blocks of such skills. Such an approach invigorates students' intellectual abilities to think critically. This is related to the atmosphere the participation approach provides. This atmosphere empowers students to explore, inspire creatively, stimulate curiosity and innovations. The challenge of teachers is to adopt such approach in all subject areas. The beauty of this approach will be found in its implementation in multidisciplinary context where students can come up with authentic activities that result in acquiring them life long learning skills.

However, the latter type of learning (acquisition approach) must not be underestimated, since it helps students master basic skills which are considered prerequisites to higher order thinking skills. Hence, which approach is suitable for classrooms: the acquisition approach or participation approach. I think that teachers must learn to combine both approaches. The two approaches may intermingle to constitute a new and powerful approach to solving some of the major problems of the educational systems, each contributing an essential element to the new instructional design.

## Implications

The results of this study are important for the professional development of teachers. They identify the needs to address teachers’ beliefs about the use of educational technological tools, along with exposure to a wide variety of related educational tools and examples. Further, they provide math teachers with practical suggestions for meeting NCTM standards that emphasize the integration of educational technology into teaching, so that they are able to justify their teaching strategies to parents and the wider community.

## Recommendations

These results lead to three further suggestions. The first is that more attention should be paid to combining direct and constructivist approaches and integration strategies into a single curriculum. This relates to the importance of combining the psychological theories discussed earlier and to the results of my research. Moreover, it is based on the fact that the basic skills developed through direct integration strategies are considered prerequisites to the development of higher order thinking skills which are achieved through constructivist integration strategies. Thus, combining the two approaches (direct and constructivist) is important in the teaching process.

The second suggestion is that all Lebanese primary schools should model the integration strategies implemented by the surveyed schools. Such a model is practical since the importance of IT is no longer the subject of debate in the Lebanese Center for Educational Research and Development. Several initiatives are presently being put in place to enhance IT in official Lebanese schools. The Decade of Education in Lebanon declared recently by the Center for Educational Research and Development has, as part of its Agenda, successful implementation of educational technological tools into math education. The third suggestion is that the results of this study have generated questions that are worthy of further research. Perhaps the most significant question is about the ways in which teachers interact with special needs students, particularly students with learning disabilities. It may be interesting to carry out such research on the basis of current issues and problems in special education, the integration of technology into special education, and exemplary lesson plans for a variety of integration strategies in special education.

## References


Barnett,v.(1991).Sample Survey Principles and Methods. London: British Library Cataloguing in Publication Data.

Brumbaugh, D.K., et al(1997). Teaching Mathematics. Lawrance Erlbaum Associates: New Jersey.

Confrey,J. (1994). “A Theory of Intellectual Development”. For the Learning of Math. Part1:pp2-8

Educational Technology (Oct, 1993). “Special Issue on Current Uses of Behavioral Theories”.p.32 V10

Gagne (1985). The Condition of Learning. New York: Holt Rinechart and Winston.

Grabe, M. and Grabe, C. (2001). Integrating Technology For Meaningful Learning. U.S.A.: Houghton Mifflin Company.

Henderson, L.; Eshet, Y., and Klemes,J. (2000). "Under the microscope: Factors influencing
Student outcomes in a computer integrated classroom". Journal of Computer in Math and
Science Teaching, 19 (3), 211-236

Hiele, P.M. (1986).Structure and insight.Orlando: Academic press

Hiele, P.M. (1997).Structure.Zutphen, Netherlands: Thieme.

Hoyles, C. & Sutherland, R. (1992). Logo math in the classrooms. London: Routledge.

Key Curriculum, (1999).Teaching geometry with the Geometer's Sketchpad. Emeryville, CA: Author.

Marzano, R., and Kendall, J. (1996). A comprehensive Guide to Designing Standards Based Districts Schools and Classrooms. U.S.A.: MCREL

MIT Epistemology and Learning Group. (2000). [online]

Mathematical Sciences Education Board (1989).Every Body Counts: A Report to the Notion on the Future of Mathematics Education. Washington, D.C. National Academy Press.

National Council Of Teachers of Mathematics (1989). Curriculum and Evaluation Standards For School Mathematics. Reston, V.A.: Author.

Pellergini,A.(Ed). (1995).The Future of Play Theory: A Multidisciplinary Inquiry Into the Contributions of Brian Sutton-Smith. Albany,NY: State University of New York Press.

Rieber,L.(1996).“Seriously Considering Play: Designing Interactive Learning Environments Based on the Blending of Microworlds, Simulations, and Games”. Educational Technology Research &Development, 44(2),43-58

Roblyer, M.D.; & Edwards, J. (2000). Integrating Educational Technology into Teaching. New Jersey: Prentice Hall.

Sfard,A.(1998). “One two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One”. Educational Researcher,27(2).4-13.

Snowman,B.(1997). Psychology Applied to Teaching. Houghton Mifflin Company: U.S.A.

The Lebanese New Curricula (1997) Beirut: Sader Library

Watson,D. and Tinsley,D. (1996).Integrating Information Technology Into Education. Chapman and Hall: London

**********

# The Effect of Using Computers by First Year Education Students on their Computer Anxiety

Hussein Ali Al-Thallab
Tikrit University
Tikrit, Irak

The purpose of this study was to answer the following questions:

1. Are their differences between first year education students' computer anxiety before and after studying a computer course?
2. Is there a relationship between students' computer anxiety and their achievement in math?
3. Are there differences between males and females in computer anxiety?

To answer the study questions, 74 first year education students (41 females and 33 males) filled out questions on computer anxiety developed by Al-Zitawi (1995). Results showed the following:

1. There are significant differences between first year education students' computer anxiety before and after studying a computer course.
2. There is an inverse significant relationship between students' computer anxiety and their achievement in math.
3. There are no significant differences between males and females in computer anxiety.

## أثر تدريس مادة الحاسوب على مستوى القلق من الحاسوب لدى طلبة كلية التربية في جامعة تكريت

سعيد حسين على الثلاب
كلية التربية
جامعة تكريت
تكريت - العراق

يهدف البحث الاجابة عن الاسئلة الآتية:

1. هل هناك فروق في مستوى قلق الحاسوب لدى طلبة الصف الأول كلية التربية بعد دراستهم مادة الحاسوب مقارنة بمستوى القلق قبل دراستهم مادة الحاسوب.
2. هل هناك علاقة بين قلق الحاسوب لدى الطلبة وبين التحصيل في مادة الرياضيات.
3. هل هناك فرق في مستوى القلق من الحاسوب بين الذكور والاناث.

تكون مجتمع البحث من طلبة الصف الأول كلية التربية، وكان عدد الطلبة عينة البحث (74) طالباً وطالبة، منهم (41) طالبة و(33) طالباً وقد تبنى الباحث مقياس القلق من الحاسوب الذي طوره الزيتاوي عام 1995 وقد توصلت الدرساسة الى النتائج الآتية:

1. هناك فروق ذات دلالة احصائية بين متوسطات الطلبة على القلق من الحاسوب قبل دراسة الحاسوب وبعد دراسة مادة الحاسوب.
2. هناك علاقة عكسية بين مستوى القلق من الحاسوب والتحصيل الدراسي أي انه كلما زاد مستوى القلق من الحاسوب لدى الطالب انخفض التحصيل عنده وكلما قل مستوى قلق الحاسوب لدى الطالب زاد مستوى التحصيل لديه.
3. عدم وجود فرو ذات دلالة احصائية بين متوسطات درجات الاناث ومتوسطات درجات الذكور على مستوى قلق الحاسوب.

**********

# استراتيجيات تنمية التفكير التي يستخدمها معلمون مهرة في تدريس أصناف المعرفة الرياضية المختلفة

في المرحلة الأساسية العليا في الأردن
سميلة احمد الصباغ
ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى استقصاء استراتيجيات التفكير التي يوظفها معلمون مـهرة عند تدريس الرياضيات في الأردن للمرحلة الاساسية ، وهل تختلف هذه الاستراتيجيات باختلاف أنواع المحتوى الرياضي. و شملت هذه الدراسة النوعية ثلاث مواقع و ثلاث معلمات وطالبتهن ، حيث تم ملاحظة هؤلاء المعلمات وأجراء المقابلات وتسجيل هذه الملاحظات ثم تحليلها ومقارنتها باستراتيجيات التفكير الواردة في وثيقة معايير المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة الاميركية NCTM,2000 . وكذلك تم مقابلة عددا من طالبات المواقع الثلاثة. وقد أظهرت نتائج الدراسة تفاوت المعلمات الثلاثة في توظيف استراتيجيات التفكير المختلفة باختلاف المحتوى الرياضي. وكان شيوع توظيف هذه الاستراتيجيات في الموقع الأول ثم الثالث والثاني ، وقد اتفق ذلك مع نتائج مقابلات الطالبات. ومع ذلك أخفقت المعلمة في الموقع الأول في توظيف بعض استراتيجيات التفكير في عدة مواقف. وأظهرت المعلمة في الموقع الثاني عدم وعيها لاستخدام العديد من استراتيجيات التفكير عند تدريس أنواع المعرفة الرياضية المختلفة وهي المعضلة التي يقع فيها العديد من معلمي الرياضيات .

انطلقت هذه الدراسة من أهمية التفكير والبرهنة في الرياضيات وما توفره من طرق قوية لتطوير الأفكار عن ظواهر عديدة والتعبير عنها. واتجهت الى تحليل استراتيجيات التفكير التي يوظفها معلمون مهرة في تدريس الرياضيات بقصد الكشف عن هذه الاستراتيجيات وهل تختلف باختلاف أصناف المعرفة الرياضية.

إن التكيف مع المستجدات يتطلب التنمية الشاملة التي تراعي جميع جوانب النمو بصورة متكاملة ومتوازنة. وبما أن العالم اصبح اكثر تعقيدا نتيجة التحديات التي تفرضها التكنولوجيا في جميع مجالات الحياة، فإن النجاح في مواجهة هذه التحديات لا يعتمد على الكم المعرفي، وإنما على كيفية استخدام المعرفة وتطبيقها وتوليدها وحل المشكلات بكفاءة وسرعة. وهذا يتحقق من خلال الأسس النفسية للمدرسة المعرفية التي لا تعتبر التعلم استجابة لمؤثرات أو عمل ترابطات، ولكنه عملية بناء الخبرات وتنظيمها، أو معالجة المعلومات بناء على استراتيجية يتبناها المتعلم في الحصول على المعلومات والاحتفاظ بها واستخدامها للوصول إلى أهداف معينة ( الشيخ ،1991) .

وهذا يعني أن الرياضيات المدرسية يجب أن تؤكد على بناء المعرفة وحل المشكلات وأمور أخرى مهمة مثل طرق عرض المشكلات، ومعاني اللغة الرياضية، وطرق التخمين والتفكير، بحيث يتمكن الطلاب من الاستكشاف، والتكيف مع ظروف التغيير ، وتكوين معرفة جديدة. أي أن الهدف من العملية التعليمية إنتاج طلبة مفكرين ومفسرين وموظفين للمعلومات في مواقف الحياة Gilland, 2001 يثمنون الرياضيات بحيث تصبح جزءا من حياتهم اليومية.

**معايير وموجهات مناهج الرياضيات الحديثة:**

لقد رافق انتشار التغير التكنولوجي والاقتصادي السريع اتجاهات سلبية نحو التعلم، أظهرت الحاجة الملحة لإعادة أهداف التعليم عامة وأهداف تعليم الرياضيات خاصة. وقد جاءت المعايير العالمية للمباحث المختلفة لتؤكد بعض الأهداف العريضة مثل التعليم في عمق المعرفة، والتعليم الموجه لحل المشكلات واتخاذ القرارات، والتعليم الذي يجسد الحياة اليومية في مهمات وأنشطة توظف التفكير والتواصل الرياضي ، وأخيرا التعليم المبني على خبرات الطالب السابقة .وهذا يحقق للطالب الأساس المفاهيمي لتنظيم أصناف المعرفة الرياضية الذي يتعلمه في بناءات معرفية متماسكة. كما وأن توافق أصناف المعرفة الرياضية مع العمليات يمكن الطالب من تعلم الاستراتيجيات التي تؤهله لتوليد المعرفة واستخدامها وإيصالها للآخرين Fennimore,1990

إن معايير ومبادئ الرياضيات التي صدرت عن المجلس الوطني لمعلمي الرياضيات في الولايات المتحدة عام 2000 NCTM,2000 وجهت التطور في التعليم لتحقيق قدرة رياضية عالية، تمثلت في تعزيز توظيف استراتيجيات التفكير والتبرير، والتواصل الرياضي الفعال، والتركيز على العلاقات والروابط الرياضية، وما يتطلبه ذلك من غوص في عمق الرياضيات لتوظيفها في مهمات حياتية، بحيث ينطلق المتعلم من نموذجه المعرفي ليناقش طريقته الخاصة مبررا ومفسرا ما جاء فيها بهدف ترجمتها وتطويرها للإفادة منها في تعلم المهمات، كما

يفعل الخبراء في مثل هذه المواقف.فالتغيير لا بد أن يكون شاملاً لدور كل من: المعلم، والطالب، والمعايير الصفية الداعمة لمثل هذه الإجراءات.

وقد أكد أبو زينه (أبو زينه، 1986) أن المعلمين يقدمون المفاهيم عن طريق استراتيجيات لا تؤدي إلى اكتساب المفهوم أو تعلمه بشكلٍ صحيح، وتدرس التعميمات كمهارة وأن الهدف من تدريسها هو اكتساب المهارة. أما المهارات أو الخوارزميات فكانت تدرس عن طريق العرض من قِبل المعلم و عدم إعطاء فرصة للطالب لأدائها فرديا بنفسه، ولم يدرس حل المسألة كهدف لإكساب الطالب القدرة على التفكير في المسألة. وكذلك اظهرت دراسة عنابي (عنابي، 1991) أن تنمية التفكير الناقد لم تكن مرتبطة بمحتوى رياضي وأنها كانت مظاهر عامة وليست مظاهر خاصة. ولم تظهر الدراسة أن المعلمين يملكون المعرفة الكافية عن طبيعة التفكير الناقد والكيفية التي يمكن بها تعليم أصناف المعرفة الرياضية تعليما ناقدا.

أما دراســــــــــــــة شهاب ( شهاب، 2001 ) فقد أظهرت النتائج أن الاستراتيجيات التعليمية المستخدمة من قبل معلمي الرياضيات في المدارس الثانوية في الأردن تؤكد على تعليم المهارات وتغيب التعليم من أجل الفهم. وأما جين Jane,1994 فقد أظهرت دراستها أن المناقشة الصفية ساعدت الطلبة في بناء المعاني الرياضية للعمليات واستخدام إستراتيجيات الحلول المختلفة. ويظهر واضحا مما تم استعراضه مسبقا بأنه لم يختر المعلمون الاستراتيجيات التعليمية الشائعة بناء على أصناف المعرفة الرياضية الذي يدرسونه، وإنما كان اختيارهم روتينيا ولا يشكل تحديا لقدرات الطلبة ولا ينمي قدرتهم على التفكير والبرهنة، وأن لأنشطة التعليمية الصفية المختارة تؤكد على الإجراءات وتغيب التعليم المفاهيمي الذي يسهم في دعم استقلالية الطلبة كمفكرين رياضيين.

لذلك هدفت هذه الدراسة لاستقصاء استراتيجيات تنمية التفكير وتطويره التي يستخدمها معلمون مهرة في تدريس الرياضيات باختلاف أصناف المعرفة الرياضية، والتي تتفق مع وثيقة المبادئ والمعايير للرياضيات المـــــــــدرسية NCTM,2000. وعليه حاولت الدراسة الإجابة عن الأسئلة التالية:

1. هل تختلف استراتيجيات إدراك أهمية التفكير والتبرير والبرهان التي يستخدمها معلمون مهرة في تدريس الرياضيات باختلاف أصناف المعرفة الرياضية لصفوف المرحلة الأساسية العليا؟
2. هل تختلف استراتيجيات التخمين والتحقق التي يستخدمها معلمون مهرة في تدريس الرياضيات باختلاف أصناف المعرفة الرياضية لصفوف المرحلة الأساسية العليا؟
3. هل تختلف استراتيجيات تطوير الحجج الرياضية والبراهين وتقييمها التي يستخدمها معلمون مهرة في تدريس الرياضيات باختلاف أصناف المعرفة الرياضية لصفوف المرحلة الأساسية العليا؟
4. هل تختلف استراتيجيات اختيار أنماط متعددة من التفكير واستخدامها التي يستخدمها معلمون مهرة في تدريس الرياضيات باختلاف أصناف المعرفة الرياضية لصفوف المرحلة الأساسية العليا؟

وللإجابة عن هذه الأسئلة قامت الباحثة بالإجراءات التالية : تم اختيار ثلاثة مواقع مختلفة وفق استراتيجية العينة القصدية ، وشارك في هذه الدراسة ثلاث معلمات رياضيات بالمرحلة الأساسية وطالباتهن من المواقع ذاتها. وتمثل دور الباحثة في هذه الدراسة بالملاحظ المشارك، فلاحظت المعلمات والطالبات داخل غرفة الصف وفي الساحات وفي الممرات في أوقات مختلفة وبأوضاع مختلفة ، وتم ملاحظة المعلمات في المواقع الثلاثة ؛ للتعرف على استراتيجيات التدريس الشائعة ووصفها وتحليلها .

واعتمدت هذه الدراسة دراسة حالة متعددة على أدوات: الملاحظة، والمقابلة وتحليل الوثائق. فقد جمعت البيانات ضمن سياقاتها الطبيعية من خلال نموذج أعدته لهذا الغرض ، فلاحظت هذه السياقات في صورتها الطبيعية، وكانت هذه الملاحظات تهدف إلى وصف المواقف والأنشطة، والمعاني التي تلاحظها من وجهة نظر المشاركين. وهذه الملاحظات تقود إلي فهم عميق؛ لأنها تورد الحدث في سياقه الطبيعي، وتمكن الباحث من رؤية الأشياء التي قد لا يعيها المشاركون و ليس لديهم استعداد لمناقشتها Patton,1990,p.121 وقد استخدمت الباحثة بعض الملاحظات التي تعتبر مساعدات تذكر عندما تفرغ هذه الملاحظات كما اقترح Lofland &Lofland,1984,p.76 وقد أعدت الباحثة صحيفة لتحليل هذه الملاحظات وفقا لمعايير التفكير الواردة في وثيقة مجلس معلمي الرياضيات. NCTM, 2000

بدأت الباحثة عملية الملاحظة وتسجيلها من منتصف شهر أيلول 2003 وحتى نهاية شهر كانون الأول من السنة نفسها وفق ظروف الموقع والوحدات التدريسية والصفوف. وأمكن رصد وتسجيل 24 حصة صفية للمعلمة في الموقع الأول ، 25 حصة صفية للمعلمة في الموقع الثاني، 26 حصة صفية للمعلمة في الموقع الثالث.و تم مقابلة المعلمات في المواقع الثلاثة بهدف التعرف واستطلاع الآراء ووجهات النظر حول استراتيجيات التفكير التي يوظفنها لتطوير تفكير الطالبات . وكان الهدف العام للمقابلات هو السبر المعمق لما لاحظته الباحثة من استراتيجيات تطوير التفكير التي توظفها المعلمات وهذا ما يتفق مع ما يقوله ايسنر (Eisner,1991) فالمقابلات هي وسيلة مناسبة لدراسة البناء المعقد للفرد وتفكيره الرياضي. كما تم مقابلة مجموعة من الطالبات من المواقع

الثلاثة ؛ بهدف استطلاع آرائهن حول اهمية التفكير الرياضي ، ومقارنة أدائهن في بعض الأسئلة الرياضية. وقابلت الباحثة 17 طالبة من الموقع الأول ، و14 طالبة من الموقع الثاني، و18 طالبة من الموقع الثالث.

واستخدمت الباحثة استراتيجيات متعددة لتحقيق صدق البحث منها: سرد الأحداث في سياقاتها الطبيعية من مواقف وسياقات واتجاهات حدثت في الحقيقة، واستخدام السرد القصصي للأحداث، والتواجد في الميدان لمدة طويلة. واستخدمت استراتيجيات التثليث عند جمع البيانات وتحليلها ، فجمعت الباحثة البيانات بأدوات مختلفة : كالملاحظة، والمقابلة، والوثائق والمحادثات الطارئة ، وتعدد ت المشاركات والأوقات التي جمعت البيانات فيها. وتم الاتفاق من قبل أكثر من باحث على طرق تسجيل الملاحظات والدقة في كتابة التقارير. كما تضمن البحث نماذج من لغة المشاركات في الدراسة أثناء وصف السياقات؛ لتوضيح الاتجاهات والمشاعر والمعتقدات. وقد تم تدوين هذه الملاحظات والبيانات أولا بأول ثم عبئت على شكل مختصرات ورموز بعد مغادرة الموقع.

أما مراحل جمع البيانات فتدرجت من مرحلة التخطيط، إلى مرحلة البدء بجمع البيانات وبناء الثقة والألفة مع المشاركات وفي المواقع. وتلاها مرحلة جمع البيانات الأساسية والتي: تتضمن التحليل، والتلخيص، والترميز، والوصف، ثم إغلاق جمع البيانات وترك المواقع. وأخيرا بناء شبكات ونماذج وتطويرها لتعطي معنى للبيانات والحقائق .

وفيما يلي عرضا لملخص النتائج، وقد نظم العرض والمناقشة تبعا لأسئلة الدراسة، كل سؤال على حدة . أظهرت نتائج الدراسة فيما يتعلق بإدراك أهمية البرهان الرياضي بأن الاستراتيجية التي استخدمتها جميع المعلمات كانت هي التبرير عند تدريس الأنواع المختلفة من أصناف المعرفة الرياضية ، وكانت نسبة توظيف التبرير من خلال التعريف والإجراءات أعلى بكثير من نسبة توظيف التبرير من خلال التعميمات والنظريات في الموقع الثاني. أما الموقع الاول فقد وظف التبرير بكافة أشكاله بالاعتماد على التعريف والتعميم والنظريات عند تدريس أصناف المعرفة الرياضية وخاصة التعميمات والنظريات في وحدة الهندسة. وتوسط الموقع الثالث في استخدام التبريرات المعتمدة على التمثيل والتعريف والتعميم والنظريات.

وقد تميز الموقع الاول بتوظيف عدد من الاستراتيجيات التي تجعل الطالبة تدرك أهمية البرهان الرياضي وبالتالي تطور التفكير والبرهنة، ومنها ما كان ظهوره شائعا في الملاحظات الصفية مثل: طرح الأسئلة الهادفة التي تستثير تفكير الطالبات، وتنظيم الأفكار ومراعاة التسلسل لتحديد نواحي القوة وحدودها في أصناف المعرفة الرياضية المقدم، والاستماع الجيد والتفكير والتأمل في ادعاءات المعلمة. و لم يلاحظ أن هناك دعوى للتأمل والتفكير في ادعاءات الأخريات.

أما المعلمة في الموقع الثالث فقد توسطت نتائجها في توظيف استراتيجيات إدراك أهمية البرهان الرياضي التي تطور التفكير والبرهنة لدى الطالبة، فقد أعطت أهمية للبرهان الرياضي في دروس الهندسة، وطرحت الأسئلة الهادفة التي تستثير التفكير في تدريس الهندسة، ونظمت الأفكار وراعت التسلسل لتحديد نواحي القوة وحدودها في أصناف المعرفة الرياضية المقدم بكافة أنواعه. وهناك مواقف محددة سجلت فيها الدعوة للتفكير والتأمل في ادعاءات المعلمة ولم يلاحظ أي دعوى للتأمل في ادعاءات الأخريات.

أما المعلمة في الموقع الثاني فلم يلاحظ إعطاؤها أي أهمية للبرهان الرياضي، وكانت أقلهن توظيفا لاستراتيجيات إدراك أهمية البرهان الرياضي التي تطور التفكير والبرهنة لدى الطالبة، إذ لم يسجل في الملاحظات أي طرح للأسئلة الهادفة التي تستثير التفكير، ولكن كان هناك باستمرار تنظيم للإجراءات ومراعاة للتسلسل لتحديد نواحي القوة وحدودها في أصناف المعرفة الرياضية بكافة أنواعه، والتأكيد على الإجراءات التي تساعد على إتقان المعرفة الإجرائية على حساب المعرفة المفاهيمية. ولم يوجد ما يشير الى الاستماع الجيد والتأمل في ادعاءات الأخريات أو المعلمة. ويشير الجدول رقم (1) الى ملخص النتائج في المواقع الثلاثة

**جدول رقم (1)**

مصفوفة نتائج استراتيجيات إدراك أهمية البرهان الرياضي للمواقع الثلاثة

| | الاستراتيجية | الموقع الثالث | | الموقع الأول | | الموقع الثاني | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الجبر | الهندسة | الجبر | الهندسة | الجبر | الهندسة |
| 1 | تقدير وتثمين البرهان الرياضي | | 2 | 4 | 3 | | |
| 2 | التأكيدات لها أسباب لماذا نفكر أن ذلك صحيح هل لديك إجابة أخرى؟ ولماذا؟ تبرير / تعريف | 40 | 10 | 85 | 10 | 8 | 10 |
| | تبرير / تعميم | 12 | | 15 | 15 | 10 | 12 |
| | تبرير /نظرية | 8 | 15 | 20 | 20 | | |
| | تبرير /تمثيل | 8 | 3 | 12 | | 4 | |
| 3 | طرح الأسئلة الهادفة من قبل المعلم | 15 | 2 | 40 | 4 | | |
| 4 | تنظيم الأفكار والتسلسل لتحديد نواحي القوى وحدودوها: تلخيص | 8 | 4 | 15 | 5 | 10 | 3 |
| | تنظيم معلومات | 15 | 3 | 30 | 10 | 8 | 8 |
| | مقارنـــــــة | 2 | 2 | 10 | 8 | 5 | |
| 5 | الاستماع الجيد، والتفكير والتأمل في ادعاءات الآخرين؛ لكي يصبح مفكرا جيدا في الرياضيات. | | | 10 | 8 | | |
| | جمبع ما سبق | 108 | 41 | 241 | 83 | 45 | 33 |

أما **نتائج السؤال الثاني** من حيث: استقصاء توظيف بناء التخمينات الرياضية والتحقق منها؛ فقد ظهرت استراتيجية ملاحظة تمثيل أو نموذج ، والتعبير عنها رمزيا أو بلغة الطالبة الخاصة، وكان توظيف هذه الاستراتيجية في الموقع الثالث بنسبة عالية عند تدريس المفاهيم والمهارات، وتلاه الموقع الأول ثم الموقع الثاني. أما استراتيجية عمل التمثيلات واستخدام الرموز فقد وظفت في الموقع الثاني والأول والثالث بالترتيب. كذلك وظفت المعلمة في الموقع الأول استراتيجية نمذجة حل سؤال ما أو برهان. ولم تلاحظ استراتيجية بناء التخمينات الرياضية أو تعميمها في المواقع الثلاثة إلا مرة أو مرتين، وكانت بعد مقابلة المعلمات وسؤالهن عن هذه الاستراتيجية. ويشير الجدول رقم (2) الى ملخص نتائج السؤال الثاني في كل المواقع

**جدول رقم (2)**
مصفوفة نتائج استراتيجيات بناء التخمينات الرياضية للمواقع الثلاثة

| الاستراتيجية | الموقع الثالث | | الموقع الاول | | الموقع الثاني | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | الجبر | الهندسة | الجبر | الهندسة | الجبر | الهندسة |
| بناء التخمينات من خلال طرح الأسئلة النوعية، ماذا سيحدث لاحقا؟ ما هو النموذج؟ هل هذا دائما صحيح؟ أحيانا؟ | 2 | | 2 | | 1 | |
| ملاحظة تمثيل أو نموذج والتعبير عما يلاحظه أو كتابته بلغته الخاصة | 12 | 10 | 15 | 20 | 4 | 12 |
| عمل التمثيلات | 30 | 14 | 12 | 16 | 1 | 12 |
| واستخدام الرموز | 11 | 14 | 19 | 16 | 1 | 12 |
| والـــنمـــذجة | | | 6 | 3 | 13 | |
| تعميم التخمين من موقف لآخر (ضرب الأعداد وضرب الكسور) جميع ماسبق | 55 | 38 | 54 | 55 | 19 | 36 |

أما **نتائج السؤال الثالث** من حيث استقصاء توظيف تطوير وتقييم الحجج الرياضية، فقد أظهرت النتائج شيوع استراتيجية تبرير العموميات بالاعتماد على نتائج رياضية أخرى في الموقع الأول في جميع أنواع أصناف المعرفة الرياضية بنسبة مرتفعة ويليها الموقع الثالث خاصة عند تدريس المفاهيم والنظريات الهندسية، وظهرت أحيانا في الموقع الثالث من خلال التعاريف والإجراءات.
وسجلت بعض المواقف الصفية التي ظهر فيها طرح بعض معايير قبول حجة ما أو عدم قبولها في الموقع الأول عند تدريس التعميمات في دروس الجبر، أما في وحدة الهندسة فقد كان واضحا أن الحجة المقبولة في المسائل والنظريات هي البرهان الرياضي الاستنتاجي في الموقعين الأول والثالث ، ولم يظهر ما يشير إلى إتاحة الفرصة للطالبات لمناقشة هذه الحجج أو مقارنتها بحجج الأخريات أو إتاحة الفرصة لتقييم الحجج الرياضية من قبل الطالبات إلا في بعض المواقف الفرعية ، وفي الموقع الأول فقط وعند تدريس المسائل الهندسية . ويشير الجدول رقم (3) إلى ملخص نتائج السؤال الثالث

**جدول رقم (3)**

مصفوفة نتائج استراتيجيات تطوير وتقييم الحجج والبراهين الرياضية للمواقع الثلاث

| | الاستراتيجية | الموقع الثالث | | الموقع الأول | | الموقع الثاني | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الجبر | الهندسة | الجبر | الهندسة | الجبر | الهندسة |
| 10 | تبرير العموميات بالاعتماد على نتائج رياضية أخرى | 8 | 26 | 18 | 50 | 3 | 12 |
| 11 | مناقشة الحجج المقبولة ظاهريا وغير المقبولة منها | | | 2 | 5 | | |
| 12 | مقارنة الطلبة لأفكارهم وأفكارا لآخرين | | | | | | |
| 13 | إتاحة الفرصة للطلبة لتقويم حجج الآخرين جميع ماسبق | 8 | 26 | 20 | 55 | 3 | 22 |

و فيما يتعلق **بنتائج السؤال الرابع** من حيث استقصاء الاستراتيجيات المستخدمة في توظيف أشكال متعددة من البرهان، فقد ظهر استخدام البرهان الرياضي غير الرسمي في المواقع الثلاثة عند تدريس اصناف المعرفة الرياضية ، و كان هو الأساس في الموقع الثاني . أما في الموقعين الأول والثالث فشكل مقدمة للبرهان الاستنتاجي اللاحق، وكان للموقع الأول أعلى نسبة في توظيف البرهان الاستنتاجي عند تدريس التعميمات الهندسية والجبرية. أما الموقع الثاني فقد كان توظيفه في دروس الهندسة فقط، ولم يلاحظ ذلك في دروس الجبر. وقد وظف البرهان في المواقع الثلاثة من خلال المثال المضاد عند تدريس المفاهيم، وظهرت أعلى نسبة في الموقع الاول فاقترن توظيفه في كل المفاهيم التي طرحتها المعلمة، تلاه الموقع الثالث حيث كان توظيفه في كل أصناف المعرفة الرياضية ، وظهر لمرتين في الموقع الثاني . وسجل الموقعان الأول و الثالث استعراض أنماط مختلفة من الحلول في المسائل الجبرية أو الهندسية، ويشير الجدول رقم (4) الى ملخص نتائج السؤال الرابع

**جدول رقم (4)**
مصفوفة نتائج استراتيجيات استخدام أشكال متعددة من البرهان الرياضي للمواقع الثلاثة

| | الاستراتيجية | الموقع الثالث | | الموقع الاول | | لموقع الثاني | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الجبر | الهندسة | الجبر | الهندسة | الجبر | الهندسة |
| 14 | البرهان غير الرسمي من خلال عدة أمثلة، التمثيل،قص ولصق | 7 | 2 | 6 | 3 | 2 | 6 |
| 15 | برهان مباشر/ استنتاجي | | 20 | 3 | 35 | | 5 |
| 16 | برهان غير مباشر/بالتناقض | | | | | | |
| 17 | مثال مضـــــــاد | 8 | | 24 | | 8 | |
| 18 | الحـــــــذف | | | | | | |
| 19 | استخدام أنماط مختلفة من الحلول<br>جميع ماسبق | 15<br>30 | 1<br>23 | 2<br>35 | 2<br>40 | 10 | 11 |

يمكن القول في ضوء نتائج الدراسة أن المعلمات قد امتلكن بعض الاستراتيجيات التي تطور التفكير لدى الطالبات وأخفقن في بعضها، وتفاوتت درجة امتلاك هذه الاستراتيجيات باختلاف الموقع ، وقد تصدر الموقع الاول ذلك وهذا ما أكدت عليه أدوات الدراسة جميعها. ويدل تحليل نتائج الدراسة على أن المعلمة في هذا الموقع _مقارنة مع المعلمات في المواقع الأخرى_ لديها رؤية أوسع وقدرة أكبر على توظيف استراتيجيات تنمية التفكير والبرهنة وفقا لمتطلبات تدريس الأصناف المختلفة من المعرفة الرياضية ، وقد انعكس هذا على نتائج الطالبات في المقابلات. ومع ذلك أخفقت هذه المعلمة في توظيف بعض هذه الاستراتيجيات في عدة مواقف. وأظهرت النتائج أيضا بأن معرفة المعلمات باستراتيجيات التفكير كانت متنوعة، فالمعلمة في الموقع الاول أبدت وعيا مقارنة بالأخريات بهذه الاستراتيجيات واستخدامها عند تدريس اصناف المعرفة الرياضية في الجبر والهندسة وحل المسألة بينما كان وعي المعلمة في الموقع االثالث بأهمية هذه الاستراتيجيات عند تدريس أنماط المعرفة الرياضية في الهندسة فقط كما أظهرت نتائج التحليل حاجة المعلمة في الموقع الثاني الى العديد من الاستراتيجيات التي تقود إلى استقلالية المتعلم وتطور قدرته على التفكير والبرهنة. ولم تظهر المعلمة في هذا الموقع وعيا لاستخدام البرهان الرياضي وهي المعضلة التي يقع فيها العديد من معلمي الرياضيات.

لذلك فإن الدراسة توصي القائمين على تأهيل المعلمين وتدريبهم بأن تتضمن برامج التأهيل والتدريب ما يؤكد على أهمية البرهان الرياضي وتثمينه، وضرورة توظيف الأستراتيجيات التي تنمي التفكير والبرهنة في التعلم الصفي عند تدريس أصناف المعرفة الرياضية. كما نوصي المعلمين ولاسيما معلمي الرياضيات أن يهتموا بهذا الجانب في المواقف التعليمية التعلمية.

## المراجع العربية


- أبو زينة ، فريد، (1986)، استراتيجيات التدريس الشائعة، مجلة أبحاث اليرموك،المجلد الثاني، العدد الثاني.
- الشيخ ، عمر وآخرون، (1991)، حول مستوى أداء الأردن في الدراسة الدولية للعلوم والرياضيات، سلسلة دراسات المركز الوطني (8)، عمان ، الأردن.
- عنابي، حنان. (1991)، مظاهر التفكير الناقد في التدريس الصفي لمعلمي الرياضيات في المرحلة الثانوية، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية.


## References


Carpenter T.P., Fennema, E., Peterson, P., Chiang, G. and loef ,M.(1989). *American Education Research Journal*, 1989, Vol. 26, No 4, 499-531.

*Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, NCTM, 2000

Eisner, E.W.(1991) .The Engligtened Eye: Qualitative Inquiry and the Enhancement of Educational Practice. New York, NY: Macmillan Publishing Company.

Fennimore, T.F and Tinzmann, M.B (1990). What is a Thinking Curriculum? North Central Regional Educational Laboratory, Oak Brook.

Jane,J. LO., Wheatley, G., Smith,A.(1994).The Participation, Beliefs, and Development of Arithmetic Meaning of the Third-Grade Student in Mathematics Class Discussions. Journal of Research in Math Education, 1994,Vol.25, No. 1, 30-49.

Lofland, J., & Lofland, L. H. (1984). Analyzing Social setting.Belmont, CA: Wadsworth Publising Company, Inc.

Patton, M.Q. (1990). Qualitative Evaluation and Research Methods, (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.

Shiyyab, Muath Mohmoud (2001). Observational Study for Mathematics Instruction in Jordanian Secondary School. The University of Texas at Austin.Unpublished Doctoral Dissertation.

Notes:
Gilland, B.A. and Billupus, L.H.(2001). The Power of Thinking in Mathematics, 2001. American Federation of teachers, Washington D.C.2001.


**********

## Differences in Computer Self-efficacy as a Function of Scores on Computer Attitudes of Pre-service Math Teachers in Oman (*English*)

Adnan Abed
College of Education
Sultan Qaboos University
Muscat, Oman

As the role of computers in teaching math has rapidly expanded; this study will investigate the effects of computer attitudes on the computer self-efficacy for pre-service math teachers. The sample consisted of all math student teachers in Sultan Qaboos University (n = 70). Two instruments were administered: The Computer Attitude Scale, and The Computer Self-Efficacy Scale, both with different subscales. The instruments were developed based on a review of the relevant literature.

## الاختلاف في فعاليّة استخدام الحاسوب نتيجة للمواقف المسبقة تجاهه من قبل مدرّسي رياضيّات قيد الإعداد في عُمان.

عدنان عابد
كلّيّة التّربية
جامعة السّلطان قابوس
مسقط, عُمان

نظرًا لاتّساع دور الحاسوب في تعليم الرّياضيّات, تتناول هذه الدّراسة تأثير مواقف مدرّسي رياضيّات مستقبليّين تجاه الحاسوب على فعاليّة استخدامه . تتكوّن عيّنة البحث من طلاّب يتخصّصون في تدريس الرّياضيّات في جامعة السّلطان قابوس. وقد استخدم لغايات هذا البحث مقياسان: مقياس المواقف من الحاسوب ومقياس الفعاليّة, مع مقاييس متفرّعة منهما. وقد طوّر هذان المقياسان بناءً إلى مراجعة للأدبيّات المناسبة.

**********

# Teacher Behaviors that Support and Inhibit High Level Thinking in Lebanese Elementary Mathematics Classrooms: An in depth case study of five lessons.

Yasmine Zein
American University of Beirut
Beirut, Lebanon

The goal of this study was to investigate which clusters of teacher behaviors are important for maintaining high level thinking (HLT) in Lebanese mathematics classrooms and to understand how these behaviors influence the level of mathematical thinking that students engage in. Five cases of lessons were analyzed quantitatively to identify the consistency and frequency of 34 teacher behaviors that distinguish each of the cases. Then based on these profiles some clusters of teacher behaviors were further analyzed qualitatively by examining teacher-student interactions to understand how teachers are able to maintain HLT. The clusters which were qualitatively analyzed are: modeling of HLT, teacher shaping of communication and teacher emphasizing meaning. Within these clusters some behaviors were associated with HLT more than others. These are: students' modeling of HLT, teachers' call for explanations, teachers' pressing for good and elaborate explanations and teachers' asking of students to draw conceptual connections.

## سلوكيّات المدرّسين الّتي تدعم مستوى التّفكير العالي وتلك الّتي تحدّ منها في صفوف الرّياضيّات في المرحلة الابتدائيّة: دراسة – حالة معمّقة لخمس حصص تدريسيّة.

ياسمين زين
الجامعة الأميركيّة في بيروت
بيروت, لبنان

تهدف هذه الدّراسة إلى تقصّي مجموعات السّلوكات الضّروريّة لترسيخ مستوى التّفكير العالي (HLT) في صفوف الرّياضيّات في لبنان ولفهم آليّة تأثير هذه السّلوكات على مستوى التفكير الرّياضيّ للمتعلّمين. ولهذه الغاية حلّلت خمس حصص تعليميّة كمّيًّا لتحديد 34 سلوكًا متكرّرًا من قبل المدرّسين بصورة ثابتة. وبناءً إلى نّتائج هذا التّحليل تمّ تحليل نوعيّ لبعض هذه المجموعات السّلوكيّة عن طريق تقصّي التواصل بين المدرّس والمتعلّمين لفهم آليّة ترسيخ هذا المستوى. وبين هذه المجموعات السّلوكيّة الّتي استقصيت تبيّن أنّ أكثرها التصاقًا بالحفاظ على مستوى عال في التّفكير هي محاكاة المتعلّمين لمستويات التّفكير العالي, تطلّب المدرّسين للتّعليل وإصرارهم على الجيّد منه والمفصّل, وطلبهم إلى المتعلّمين استخلاص روابط بين المفاهيم.

**********

## Case study: Transition to abstraction and deductive reasoning in the beginning of the third cycle, Basic Education

Naim El-Rouadi,
University of Balamand,
Lebanon

This case study treats the transition to abstraction and deductive reasoning at the beginning of the third cycle of basic Education. The age of 11-12 years is characterized with the passage from concrete thought to hypothetical and deductive thought. The passage from perception to conceptualization is realized through verbalization, semiotic representation and modeling. Based on the constructivist approach of comprehension in mathematics, the aim of this method is to propose a didactic model; the methodology adopted being the analysis of a case-study related to a situated problem.

## Etude de cas: Transition vers l'Abstraction et le Raisonnement Déductif au Début du 3ème Cycle, Education de Base

Naim El-Rouadi
Université de Balamand
Liban

Cette étude de cas traite la transition vers l'abstraction et le raisonnement déductif au début du 3ème cycle de l'éducation de base. Cet âge de 11-12 ans se caractérise par le passage de la pensée concrète à la pensée hypothético-déductive. Ce passage de la perception à la conceptualisation s'effectue à travers la verbalisation, la représentation sémiotique et la modélisation. En se basant sur le modèle constructiviste de la compréhension en Mathématiques, l'objectif de cette méthode consiste donc à proposer un modèle d'une intervention Didactique, la méthodologie de travail adoptée étant l'analyse d'une étude de cas relative à une situation-problème donnée.

## دراسة حالة: انتقال إلى التجريد و الاستنتاج مع بداية الحلقة الثالثة من التعليم الأساسي

نعيم الروادي
جامعة البلمند
لبنان

تعالج هذه الدراسة الانتقال إلى التجريد و الاستنتاج مع بداية الحلقة الثالثة من التعليم الأساسي. تتميز الفترة العمرية بين 11-12 سنة بانتقال المتعلم من التفكير الحسي إلى التفكير الفرضي-الاستنتاجي. هذا الانتقال من الحدس الى تشكل الافاهيم يمر عبر التعبير (الكتابي و الشفهي)، تمثل الرموز و إقامة النموذج المناسب. استنادا إلى النظرية البنائية في فهم الرياضيات، تهدف هذه الدراسة إلى اقتراح نموذج تعليمي مرتبط بوضعية ذات إشكالية معينة، حيث ان منهجية العمل تعتمد على تحليل هذه الإشكالية.

**********

# التربية العلمية في الجمهورية اليمنية : مراجعة للأدبيات

إعداد
أ.د. داود عبد الملك الحدابي
رئيس جامعة العلوم والتكنولوجيا اليمنية

محمد يوسف مي
مدرس مساعد – جامعة صنعاء

اهتمت هذه الدراسة بمراجعة البحوث السابقة والتي أجريت كبحوث ترقية أو رسائل علمية حول التربية العلمية في اليمن بهدف تشخيص واقع التربية العلمية، وبعد وضع معايير لاختيار البحوث لهذه الدراسة ، جُمع (59) بحثاً أجريت في الفترة من 1989-2003 ، وقد تم تصنيفها في خمسة محاور تشكل مكونات التربية العلمية ، وبعد تحليل هذه الدراسات ، تم التوصل إلى أن النتائج تشير إلى تدني كفاءة التربية العلمية نتيجة لعدد من المعوقات وعليه فينبغي إعادة النظر في جميع مكونات التربية العلمية في اليمن وبشكل شمولي ،ورسم خطة للبحوث ذات الأولوية في مجال التربية العلمية.

## 1. مقدمة

يشهد العالم حاليا ثورة علمية وتقنية هائلة ، وهذا التقدم الهائل يجعل الحاجة ماسة بأن تكون المناهج بشكل عام؛ ومناهج العلوم بشكل خاص مواكبة لهذا التطور . وعليه فإن على القائمين بأمر تعليم العلوم مسئولية كبيرة تتمثل في المراجعة المستمرة لواقع تعليم وتعلم العلوم وذلك بهدف تعزيز الايجابيات ، وتلافي السلبيات ، و إعداد معلم علوم القادر على تبني استراتيجيات وطرائق تدريسية فعالة ، و توفير بيئة صفية مناسبة للمساهمة في إعداد مواطن على مستوى عالٍ علمياً وثقافياً .

واليمن كإحدى الدول النامية ، اهتمت على مدى العقود الثلاث الأخيرة من القرن الماضي بإجراء البحوث العلمية سواء من قبل أعضاء هيئة التدريس في الجامعات اليمنية أو طلبة الدراسات العليا ، وهذه الورقة هي محاولة أولية للقيام بمراجعة أغلب الدراسات والبحوث الخاصة بالتربية العلمية في مجالاتها المختلفة والتي تم التمكن من جمعها ، وهو ما قد يفيد في إلقاء الضوء على واقع التربية العلمية في اليمن ، بالإضافة إلى تحديد توجهات البحوث في التربية العلمية مستقبلاً .

### 1-1 مناهج العلوم في اليمن

تقع اليمن في جنوب الجزيرة العربية ، وتبلغ مساحتها 550000 كيلومتر مربع ،ويبلغ عدد سكانها حوالي 20 مليون نسمة. استقل الشطر الشمالي فيها من الحكم التركي سنة 1918م وسيطر عليه حكم ملكي حتى عام 1962م وهو تاريخ قيام الجمهورية العربية اليمنية؛ فيما استقل الشطر الجنوبي منها من الاستعمار البريطاني عام 1967، وتم توحيد شطري اليمن سنة 1990م.

وقد مرت التربية العلمية في اليمن بأربع مراحل :

- المرحلة الأولى: مرحلة تبني كتب العلوم لعدد من الدول العربية مثل مصر والسودان والعراق ؛ بالإضافة إلى المناهج البريطانية، وانتهت هذه المرحلة بقيام الثورة في شمال اليمن وجنوبه .
- المرحلة الثانية: مرحلة تبني كتب العلوم المصرية في الشطر الشمالي ، وكتب العلوم المبنية على تجربة ألمانيا الشرقية في الشطر الجنوبي.
- المرحلة الثالثة: شهد نهاية حقبة السبعينات و حقبة الثمانينيات مرحلة يمننة أغلب كتب العلوم ، إلا أن أغلب مؤلفيها كانوا من الدول العربية الشقيقة .
- المرحلة الرابعة: مرحلة تطوير مناهج العلوم ، واستمرت من بداية التسعينات إلى مطلع القرن الحالي ، وقام بتأليفها يمنيين ولجميع مراحل التعليم العام (1-12)

**2-1 : التربية العلمية**

بمكن النظر إلى التربية العلمية بأنها إحدى مجالات التربية والتي تشمل المناهج والتسهيلات المختلفة وبرامج إعداد المعلم المرتبطة بتعليم وتعلم العلوم.

وتهتم أغلب التوجهات الحديثة في التربية في الدول المتقدمة بالتربية العلمية لما لها من دور هام في إعداد المواطن القادر على التعامل بفاعلية مع مستجدات الحضارة الإنسانية ،وهذه إحدى الوظائف الهامة للتربية العلمية وذلك انطلاقا من كون التربية العلمية جزء من عملية التربية للمواطن بشكل عام ، ومن هنا فإن التربية العلمية لا تعني الاهتمام بإكساب المواطن المعلومات العلمية فحسب ، بل لابد من أن تهتم التربية العلمية كذلك بإكساب المتعلم مهارات حل المشكلات ، و القدرة على اتخاذ القرارات الشخصية المرتبطة بحياته ، مع التأكيد على إكسابه أيضا المعرفة العلمية في مستوياتها المختلفة من خلال استغلال فضوله العلمي، وربط المواد العلمية بمجتمع الطلاب كي تصبح المعرفة أكثر وظيفية.

وعليه فإن التربية العلمية يجب أن تطور فهم الطالب للبيئة المحيطة به ، وتزيد إدراكه للعلاقات بين الظواهر الطبيعية ، والتأثر المتبادل بين العلوم والمجتمع.

**3-1 أهمية الدراسة**

خلال العقود الثلاث الأخيرة من القرن الماضي أُنجز العديد من البحوث التي تناولت جوانب التربية العلمية المختلفة في اليمن وتم القيام بهذه البحوث من قبل باحثين أو أعضاء هيئة تدريس في الجامعات اليمنية ، أو طلبة دراسات عليا، ومن هذه الجوانب الأهداف ، والمحتوى ، وطرق التدريس والوسائل التعليمية المستخدمة في تعليم العلوم ، كما درست البيئة الصفية ومشكلات التربية العلمية ، وبرامج إعداد المعلمين في كليات التربية.

ومع مرور هذه الفترة الزمنية الطويلة كان لابد من إجراء مراجعة للأدبيات في مجال التربية العلمية والتي لم يسبق لأحد في اليمن القيام بها، وعليه فإن هذه الدراسة تهدف إلى المساهمة في تحقيق هذا الهدف. إن القيام بهذا العمل أصبح ضرورة ملحة للإسهام في تشخيص واقع التربية العلمية في اليمن سلباً وإيجاباً، و تأسيس قاعدة بيانات حول بحوث التربية العلمية.

**4-1 أهداف الدراسة**

تهدف هذه الدراسة إلى الإجابة على السؤال الرئيس الآتي :

"ما واقع التربية العلمية ( المقررات،وطرق التدريس،وبرامج إعداد المعلمين ...الخ) في اليمن وكيف يمكن تطويره بحسب نتائج الدراسات والبحوث التي أجريت خلال السنوات الخمسة عشر الأخيرة ؟ " .

**2. إجراءات الدراسة**

هدفت هذه الدراسة إلى مراجعة البحوث السابقة حول التربية العلمية بغرض تشخيص واقعها ، ولإنجاز هذا الهدف تم إتباع الإجراءات الآتية :

**1-2 : معايير اختيار البحوث مجال الدراسة**

تم وضع بعض المعايير لاختيار البحوث التي سيتم تناول نتائجها بالتحليل مثل أن يكون موضوع البحث ذو علاقة بأحد مكونات التربية العلمية، وأن يكون البحث منشوراً في مجلة محكمة علمياً ، أو بحث ماجستير أو دكتوراة منح على أساسها الدرجة العلمية من جامعة معترف بها؛ بما يعني انجازه باتباع الطرق العلمية في البحث.

**2-2 جمع البحوث مجال الدراسة**

نظراً لعدم وجود قاعدة بيانات شاملة لجميع البحوث التي تم تنفيذها في الجمهورية اليمنية ، تم جمع البحوث في مجال التربية العلمية من المصادر الآتية :

1. المكتبات في الجامعات اليمنية .
2. مركز البحوث والتطوير التربوي بكل من صنعاء وعدن .
3. الاتصالات الشخصية مع الباحثين وأعضاء هيئة التدريس .

**3-2 : مراجعة وتصنيف البحوث :**

بعد عملية جمع البحوث من مصادر المعلومات والتي بلغ عددها (59) بحثاً ، تم تصنيف هذه الدراسات في خمس مجالات، والجدول الآتي يوضح عدد البحوث التي تم تناولها في هذه الدراسة بحسب مجالات التربية العلمية

| | المجال | العدد |
|---|---|---|
| 1 | مقررات التربية العلمية | 7 |
| 2 | طرق تدريس التربية العلمية | 23 |
| 3 | مخرجات التربية العلمية | 14 |
| 4 | البيئة الصفية في التربية العلمية | 5 |
| 5 | برامج إعداد معلمي التربية العلمية | 10 |

**3. نتائج الدراسة :**

بهدف تشخيص واقع التربية العلمية في اليمن تم مراجعة البحوث السابقة حول التربية العلمية وتحليلها وتلخيص أبرز نتائجها، والجدول التالي يعرض لذلك:

نتائج البحوث حول التربية العلمية:

| | النتائج الايجابية | | النتائج السلبية | | الإجمالي | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | العدد | % | العدد | % | العدد | % |
| 1. مقررات التربية العلمية | 0 | 0 | 7 | %100 | 7 | %100 |
| 2. طرق التدريس في التربية العلمية | 1 | % 4 | 22 | % 96 | 23 | % 100 |
| 3. مخرجات التربية العلمية | 3 | %21.4 | 11 | %78.6 | 14 | %100 |
| 4. العملية التعليمية التعلمية في التربية العلمية | 1 | %20 | 4 | %80 | 5 | %100 |
| 5. برامج إعداد معلمي التربية العلمية | 0 | 0 | 10 | %100 | 10 | %100 |
| **واقع التربية العلمية** | **5** | **8.5%** | **54** | **%91.5** | **59** | **%100** |

تشير النتائج في الجدول السابق إلى قلة عدد البحوث التي تتناول دراسة مقررات التربية العلمية، وجميع هذه البحوث ( عدا بحث واحد ) هي رسائل علمية، وأجريت غالبية البحوث في مدينة صنعاء. وتشير النتائج إلى وجود قصور في المقررات الحالية للتربية العلمية في اليمن، كما أنها لا تتضمن المواصفات المطلوبة.وهو ما يعني أن مقررات التربية العلمية تحتاج إلى المراجعة والتطوير لتتوافق مع التطور العلمي والتقني الذي تعيشه البشرية، وبما يساعد على إكساب المواطن المعلومات والمستوى الملائم من التنور العلمي والتقني في عصر التقنية والمعلومات.

وأما البحوث التي تتناول طرق التدريس المستخدمة في التربية العلمية فكانت هي الأكثر عددا، وتناولت تأثير طرق تدريس مختارة مقارنة مع الطريقة التقليدية السائدة في المدارس المستخدمة على مخرجات التعليم، وقد غلب عليها استخدام المنهج التجريبي،و أجريت غالبية هذه البحوث في مدينة صنعاء. وفيما يتعلق بتأثير طرق التدريس المستخدمة مقارنة بتأثير الطريقة التقليدية ، فقد أظهرت النتائج تفوق طرائق التدريس المتبناه من قبل الباحثين في أثرها على الطريقة التدريسية التقليدية .

أما فيما يتعلق بمخرجات التربية العلمية فقد أشارت النتائج إلى تدني مستوى هذه المخرجات سواء على مستوى التحصيل المعرفي، الذي استأثر على غالبية الاهتمام ، أو الجانب الوجداني ، وبالطبع الجانب المهاري الذي كاد يكون معدوما في هذه الأدبيات ، و أجريت غالبية هذه البحوث في مدينة صنعاء ،وكانت جميعها بحوثاً كمية في طبيعتها ؛ عدا دراستين استخدم فيهما المنحى الكيفي بجوار الكمي في الحصول على النتائج .

ويعترض عملية التعليم والتعلم في التربية العلمية صعوبات ومشكلات متنوعة سواء في الجانب النظري أو التطبيقات العملية ويكاد يكون ضعف الإمكانيات المادية هو أحد أبرز مسببات هذه الصعوبات .

وأشارت نتائج البحوث أن برامج إعداد معلمي التربية العلمية تحتاج إلى إعادة نظر وفق التوجهات الحديثة في المجال ، وأن الطالب المعلم بحاجة إلى معارف علمية ومهنية حديثة تتلاءم مع الثورة العلمية والتقنية ، وتعكس النظرات والتوجهات التربوية الحديثة ، كما أن المعلمين أثناء الخدمة بحاجة إلى الدورات التدريبية التي تطور أداءهم المهني وترتقي بمعارفهم .

إن تحقيق أهداف التربية العلمية على الصورة المثلى يحتاج إلى ثورة في طريقة تنفيذ مناهج التعليم القائمة حالياً وإعادة صياغتها وفق التوجهات الحديثة في التربية العلمية على مستوى العالم،وبما يساعد على الارتقاء بمستوى خريجي العملية التعليمية. والارتقاء بهذا المستوى يحتاج إلى استخدام طرائق تدريس متنوعة وحديثة تساعد على تنمية ملكات المتعلمين ، وترتقي بمهاراتهم مرورا بإكسابهم المعلومات الحديثة ، و هذا لن

يتأتى إلا بوجود المعلم المؤهل علمياً ومهنياً من خلال برامج كليات التربية التي يجب أن تهتم بالكيف قبل الكم ، كل هذا مع توفير إمكانيات مادية سواء في الصفوف (مثلا توفير الوسائل الحديثة ، وأجهزة الحاسب ، و...إلخ) أو المعامل من خلال توفير المواد والأجهزة وتدريب المعلمين .

**4. التوصيات :**

من خلال نتائج الدراسة يمكن تقديم التوصيات الآتية :

1. إعادة النظر في جميع مكونات ومنظومة التربية العلمية في اليمن وبشكل شمولي ، وهو ما يتطلب التطوير والتحديث المستمر للمناهج وبرامج إعداد وتدريب المعلمين .
2. رسم خطة للبحوث في مجال التربية العلمية ليس في اليمن فقط بل في الوطن العربي ، تلتزم بها مؤسسات التعليم والبحث العلمي ، مع تحديد أولوياتها .
3. تخصيص موارد مالية لدعم البحث العلمي المرتبط بتطوير التربية العلمية في واقع نظامنا التربوي .
4. اعتماد مبدأ المشاريع البحثية المرتبطة بالواقع والموجه لتطويره وعدم الاقتصار على الأطروحات وبحوث الترقية .
5. إنشاء مؤسسة عربية تعنى بتنسيق بحوث التربية العلمية .
6. العمل على تشجيع الباحثين العرب وذلك من خلال تمويل بحوثهم ، وتسهيل تبادل الخبرات بينهم.
7. إنشاء قاعدة بيانات لبحوث التربية العلمية في البلدان العربية.

**5. المقترحات:**

من خلال نتائج الدراسة ومناقشتها يمكن تقديم المقترحات الآتية :

1. القيام ببحوث تشمل عينات من المناطق الريفية.
2. الاهتمام بالمنهج الكيفي بجانب المنهج الكمي في البحوث .
3. إجراء بحوث في جميع مكونات التربية العلمية بشكل متوازن.
4. القيام ببحوث تقوم بعمل مراجعة للأدبيات البحثية في جميع البلدان العربية.

**********

# البيئة الصفية الواقعية والمفضلة في حصص مادة الفيزياء
# من وجهة نظر طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان

إعداد

د. عبدالله بن خميس أمبوسعيدي
مشرف تربوي/ فيزياء
كلية التربية
ص.ب 533، الرمز البريدي 132
مسقط، سلطنة عمان
مسقط، سلطنة عمان
هاتف: 515623 (00968)
فاكس: 515817 (00968)

Email: ambusaid@squ.edu.om

أ. منى بنت محمد العفيفي
قسم المناهج وطرق التدريس
وزارة التربية والتعليم
جامعة السلطان قابوس
ص.ب 32، الرمز البريدي 123

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن آراء طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للممارسات الواقعية والمفضلة في إجراءات التدريس المتبعة في حصص مادة الفيزياء، وكذلك معرفة أثر كل من الجنس، والصف الدراسي، والتحصيل الدراسي على تلك الممارسات.

وكانت أداة الدراسة عبارة عن استبانة مكونة من (39) فقرة تتضمن نموذجين: الأول يهدف إلى تعرُّف آراء الطلبة في الممارسات الواقعية لإجراءات التدريس، والثاني يهدف إلى تعرُّف آرائهم في درجة تفضيلهم لتلك الإجراءات. وقد تم التحقق من صدق الأداة بعرضها على مجموعة من المتخصصين في تدريس العلوم. وللتحقق من ثبات الأداة تم استخدام معادلة كرونباخ الفا للاتساق الداخلي حيث كانت قيمة $\alpha$ للممارسات الواقعية (0.91) والممارسات المفضلة (0.92) واللذان يعدان مقبولين لأغراض هذه الدراسة.

وقد تكونت عينة الدراسة من (211) طالبا وطالبة منهم (96) طالبا، و(115) طالبة، تم اختيارهم من مدرستين ثانويتين بمحافظة مسقط إحداهما للذكور والأخرى للإناث في العام الدراسي 2004/2003م.

وقد أشارت النتائج إلى أن المتوسطات الحسابية للممارسات التدريسية الواقعية تراوحت بين (2.46) و(1.37)، أما بالنسبة إلى الممارسات التدريسية المفضلة فتراوحت بين (2.72) و (2.02). كما أشارت النتائج إلى وجود فروق دالة إحصائيا بين آراء الطلبة للممارسات التدريسية تبعا: لمتغير الجنس، ولصالح الإناث في كلا البيئتين (الواقعية والمفضلة)، و متغير الصف الدراسي، ولصالح طلبة الصف الأول الثانوي للبيئة الواقعية فقط، و متغير التحصيل الدراسي لصالح الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المتوسط والمرتفع للبيئة المفضلة فقط.

وفي ضوء ذلك أوصت الدراسة بعدد من التوصيات التي يمكن أن تسهم في تطوير الإجراءات التدريسية المتبعة في تدريس مادة الفيزياء في المرحلة الثانوية، وبالتالي رفع تحصيل الطلبة الدراسي في هذه المادة.

# Actual and Preferred Classroom Environment in Physics Lessons from Secondary Students' Point of View

Dr. Abdullah Ambusaidi
Muna Al-Afifi

The aim of the study was to investigate secondary students' views of actual and preferred classroom environment in physics lessons. Furthermore, to identify the effects of gender, class level and academic achievement on these estimations.

The study was based on a questionnaire consisting of (39) statements, which was divided into two parts. The first part investigates students' estimation of the actual classroom environment, whereas the second part was used to investigate students' estimation of the preferred classroom environment. A panel of experts in science education assessed the external validity of the questionnaire. The reliability was calculated using Cronbach alpha for internal consistency giving a value of (0.91) for the actual environment part and (0.92) for the preferred environment part.

The sample was (211) students, of whom (96) male and (115) female. They were selected from two secondary schools, one male and one female in 2003/2004 academic year.

The results showed that the range of the mean in the actual environment was between (2.46) and (1.37) and for the preferred environment between (2.72) and (2.02). Moreover, the results showed that there was a significant difference in students' estimations of the actual and preferred environment regarding gender and in favor of female students and class level in favor of first secondary in actual classroom environment only. Regarding the academic achievement, the results showed significant difference between the three levels (low, medium and high achievements) in favor of medium and high achievement students in the preferred classroom environment only.

Consequently, several recommendations were proposed to improve the learning environment of the physics lessons.

**مقدمة:**

يعد الفصل الدراسي واحدا من العوامل التي تساعد على تحصيل دراسي جيد للطالب. ويعتقد الكثير من التربويين أن غرفة الصف تلعب دورا مهما في النمو العقلي والعاطفي للطلبة (Baek and Choi, 2002) . و يعتمد هذا النمو على ما يحدث داخل الغرف الصفية من تفاعل بين المعلم وطلبته من جانب، وبين الطلبة أنفسهم من جانب آخر؛ لأنه كما هو معروف فإن عملية التدريس تتطلب وجود تفاعل داخل الغرفة الدراسية بين المعلم والطلبة ، وبين الطلبة أنفسهم (أمبوسعيدي والشعيلي، 2003). فإذا ما كان التفاعل جيدا فإن النمو العقلي والعاطفي سيكون جيدا، والعكس صحيح.

ولتحقيق هذا النوع من التفاعل الذي يؤدي إلى تحصيل دراسي جيد، يجب أن يعمل المعلم على توفير بيئة تعليمية مناسبة داخل الغرفة الصفية. ولذا نجد اهتمام التربويين في دراساتهم وبحوثهم باستقصاء الجوانب المختلفة للبيئة الصفية، وتأثيرها على العديد من المتغيرات كالتحصيل الدراسي والاتجاهات والميول والدافعية (Rivera and Ganaden, 2004).

لقد بدأ الاهتمام بالبيئة الصفية من قبل التربويين قبل حوالي 65 عاما، على يد العالم موري، حين قام في عام 1938 بتقديم نموذجين أطلق عليهما "alpha press" لوصف البيئة الفعلية أو الواقعية و "beta press" لوصف البيئة التي يفضلها الطلبة (أمبوسعيدي والخطايبة والشعيلي، 2003؛ Baek and Choi, 2002). لقد كانت دراسة موري بدايات لمزيد من الدراسات لاستقصاء الجوانب المختلفة للبيئة الصفية والعوامل التي تؤثر عليها.

ولكن ما هي البيئة الصفية وما أنواعها؟ يعرف كل من اللقاني والجمل (1996: 45) البيئة الصفية على أنها "الظروف الفيزيقية والنفسية التي يوفرها المعلم لتلاميذه في الموقف التعليمي، وبقدر جودة الظروف

وملاءمتها بقدر ما تكون بيئة الصف مناسبة لتوفير خبرات غنية ومؤثرة". أما ولسون المشار إليه في (Swe Khine and Swee Chiew, 2001) فيعرف البيئة الصفية على أنها "ذلك المكان أو الفراغ الذي يتفاعل فيه كل من المعلم والمتعلم ويستخدموا فيه أدوات ومصادر معلومات متنوعة في سبيل تحقيق أهداف التعلم الموضوعة". وفي ضوء التعريفين السابقين يمكننا القول إن هناك نوعين من البيئة الصفية هما البيئة الصفية المادية والبيئة الصفية المعنوية أو النفسية. وتتضمن البيئة المادية للغرف الصفية ما يأتي:

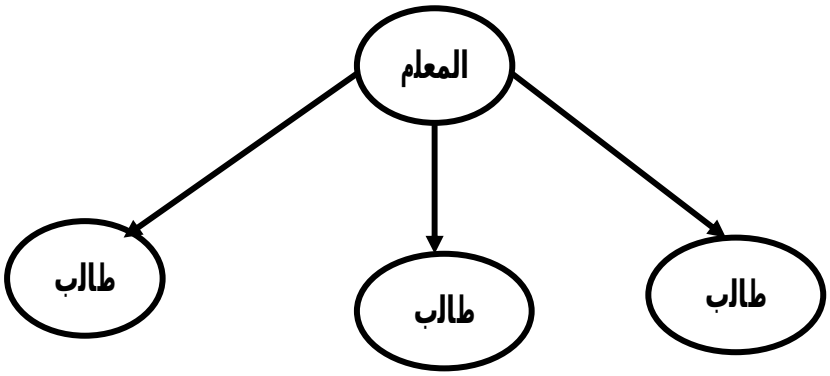
- تنظيم الغرفة الصفية ونمط جلوس الطلبة.
- التجهيزات والأدوات.
- عدد الطلبة.

ولكي تتم العملية التعليمية بشكل جيد، لابد من تهيئة كافة الظروف الفيزيقية لتحقيق ذلك، ومن ضمنها الإضاءة، والتهوية، وتنظيم الأدوات والمواد الموجودة داخل غرفة الصف. كذلك ترتيب جلوس الطلبة في غرفة الصف من الأولويات التي يجب أن يعطيها المعلم. ومن ضمن ما يجب على المعلم مراعاته في ترتيب جلوس الطلبة ما يأتي (الهويدي، 2002):

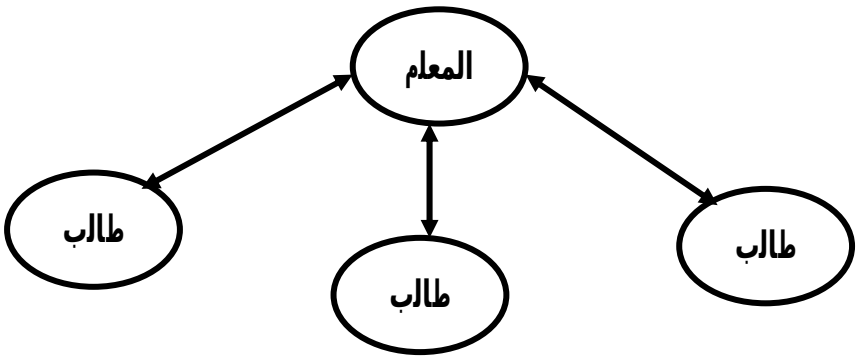
- يجب أن يجلس الطلبة في أماكن تمكن لهم رؤية المعلم وسماعه.
- يجب أن يجلس الطلبة في أماكن تمكن لهم رؤية السبورة أو أية مادة تعليمية معروضة.
- يجب أن ترتب المقاعد بطريقة يستطيع المعلم الحركة بين الطلبة؛ لرؤية ما يقومون به من أنشطة.
- يجب أن ترتب المقاعد بطريقة تسهل من حركة الطلبة أثناء تنفيذهم للأنشطة العملية.

أما البيئة النفسية فيقصد بها المناخ أو الوسط السائد في الصف كمجموعة اجتماعية والذي يمكن أن يؤثر على تعلم الطلبة. ومن خلال العديد من الدراسات التي أجريت في هذا الخصوص، توصل الباحثون إلى انه كلما كانت البيئة الصفية النفسية جيدة كلما ساعد ذلك على تحصيل أفضل للطلبة. فالعلاقات التي تسود بين المعلم وطلبته، تحدد بشكل كبير إنجاز الطلبة في المقرر الذي يدرسه المعلم. لذا من المهم أن يعمل المعلم على تفعيل عملية الاتصال والتفاعل بينه وبين طلبته. وهناك ثلاثة أنماط يمكن أن يتم عن طريقها الاتصال بين المعلم وطلبته هي (الهويدي، 2002):

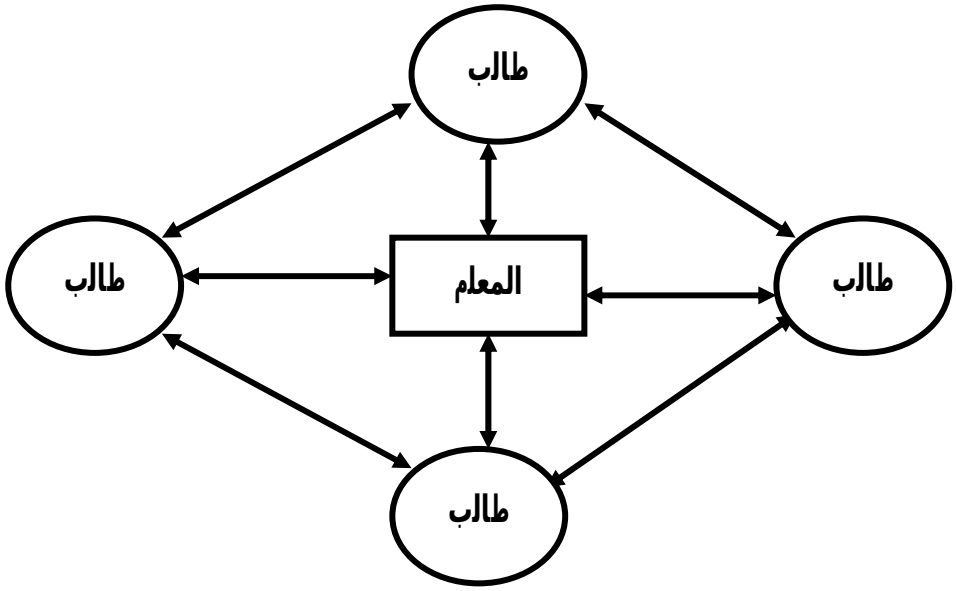
**النمط الأول:** ويسمى نمط وحيد الاتجاه، وهذا النمط هو الذي في الغالب يسود عندما يقوم المعلم بتقديم درسه عن طريق أسلوب المحاضرة أو الإلقاء. ويكون الطالب في هذا النمط سلبيا، ولا يشارك في الموقف الصفي.



**النمط الثاني:** ويسمى الاتصال ثنائي الاتجاه، وفيه يكون المعلم مرسلا إيجابيا فيطرح سؤالا فيقوم أحد الطلبة بالإجابة عنه، ولكن لا يجوز أن يتحدث هذا الطالب مع بقية أفراد الصف.




**النمط الثالث:** ويسمى نمط الاتصال المتعدد، وفي هذا النمط يطرح المعلم سؤالا ما أو قضية فيقوم أحد الطلبة بالتعليق عليه، ثم يطلب المعلم من باقي أفراد الصف المشاركة والمساهمة، وهنا يحدث تبادل للخبرات بين المعلم والطلبة، وبين الطلبة أنفسهم. إن هذا النوع هو ما نريد أن يتحقق في غرفنا الصفية؛ حتى يمكن أن تتم عملية التعلم بشكل جيد، وتحقق أهدافها المختلفة؛ الأكاديمية منها والاجتماعية.




إن الإجراءات والممارسات التدريسية التي يقوم بها المعلم داخل غرفة الصف من مكونات البيئة الصفية الواجب الاهتمام بها والتعرف إلى مدى تحقيقها من قبل المعلم. هذه الممارسات لا تشمل فقط الجانب الذي له علاقة بطرائق التدريس والتقويم والوسائل التعليمية والمحتوى العلمي فحسب، بل تشمل أيضا الجوانب التي لها علاقة بالسلوكيات الاجتماعية التي يجب تنميتها أيضا من قبل المعلم. ويعود ذلك إلى أن أهداف العملية التعليمية - التعلمية ينبغي أن تتعدى إكساب الطلبة المعارف العلمية من حقائق ومفاهيم وغيرها، إلى تنمية شخصية الطالب من النواحي الاجتماعية والسلوكية أيضا.

لقد أوضحت الدراسات أن تقدير الطلبة للبيئة الصفية له علاقة بتحصيلهم الدراسي وبدافعيتهم للتعلم. وفي هذا الجانب يرى العديد من التربويين من أمثال هيلين وجيتزل (Helen and Gatzels) المشار إليهما في أمبوسعيدي وخطايبة والشعيلي (2003) أن البيئة الصفية من الأشياء التي يمكن التعامل معها، كما تعطينا القدرة على التنبؤ بالتحصيل الدراسي للطلبة واتجاههم نحو المادة والمعلم والمدرسة.

ولكي يتم التعرف على تأثير البيئة الصفية على التحصيل الدراسي وغيره من المتغيرات تم تصميم العديد من المقاييس نذكر منها مقياس البيئة الصفية (Classroom Environmental Scale) الذي قام بإعداده فريزر وفيشر (Fraser and Fisher, 1983) وكذلك استبانة البيئة الصفية الفردي (Individualized Classroom Environment Questionnaire) الذي قام بإعداده فريزر (Fraser, 1982). ومن ضمن المقاييس التي استخدمت أيضا استبانة البيئة التعليمية للفلسفة البنائية (Constructivist Learning Environment Survey) التي قام بتطويرها فيشر وكم (Fisher and Kim, 1999). ومقياس سلوك المعلم في العلاقات الشخصية الذي قام بتطويره كل من كول وتايلر (Coll and Taylor, 2000) ونقله للعربية أمبوسعيدي والشعيلي (2003). ومما يلاحظ أن بعض هذه المقاييس يتكون من نموذجين هما الفعلي أو الواقعي ويصف الواقع الموجود في البيئة الصفية، والنموذج الآخر هو النموذج المفضل الذي يعمل على تقييم الشيء المفضل لدى المتعلمين ليكون في الغرفة الصفية (Fraser, 1991). وفي هذه الدراسة تم استخدام مقياس مطور من مجموعة من الدراسات يقيس كل من البيئة الصفية الفعلية أو الواقعية والبيئة الصفية المفضلة في حصص مادة الفيزياء.

**الدراسات السابقة:**

قام الباحثان بمسح شامل في الدوريات العلمية والكتب التربوية وشبكة المعلومات الدولية (بالإنترنت) وكذلك لبعض المصادر المهمة مثل ERIC و DAI؛ وذلك للتعرف على الدراسات العربية والأجنبية التي تعرضت لموضوع البيئة الصفية وكيفية قياسها وأهم النتائج التي توصلت إليها. وفيما يلي عرضا لتلك الدراسات.

قام أمبوسعيدي والشعيلي (2003) بدراسة هدفت إلى تقدير طلبة تخصص العلوم لواقع البيئة الصفية في تدريس مقررات طرق تدريس العلوم بكلية التربية بجامعة السلطان قابوس بسلطنة عمان. وقد تكونت أداة الدراسة من مقياس ذي تدريج خماسي في ضوء نموذج سلوك المعلم في العلاقات الشخصية داخل غرفة الصف الدراسي، وذلك بعد أن تم تطويره وتقنينه على البيئة العمانية. وقد أشارت نتائج الدراسة إلى تدني تقدير الطلبة للبيئة الصفية بشكل عام، وقد كان هناك تفاوت واضح بين كل مجال و آخر. أما بالنسبة إلى متغير الجنس فقد أشارت نتائج الدراسة إلى عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين الجنسين باستثناء المجال السادس (الحرية والمسؤولية) والذي جاء لصالح الذكور. كما لم تشر نتائج الدراسة إلى وجود فروق دالة إحصائيا لتقدير الطلبة تبعا لمتغير التخصص، ومتغير المعدل التراكمي باستثناء المجال الأول (سلوك القيادة من قبل المحاضرين) ولصالح الطلبة ذوي المعدل جيد جدا فما فوق. وأخيرا لم تشر نتائج الدراسة إلى وجود فروق دالة إحصائيا تعزى لمتغير المعدل التراكمي في مقرر طرق تدريس العلوم (1).

كما قام كل من بايك وشو (Baek and Choi, 2002) بدراسة هدفت إلى تقصي العلاقة بين تقدير الطلبة الكوريين الجنوبيين للبيئة الصفية وتحصيلهم الدراسي. وقد تم استخدام مقياس مطور ومترجم إلى اللغة الكورية متوفر في الأدب التربوي. وقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة ارتباطية بين تحصيل الطلبة الدراسي وتقديرهم للبيئة الصفية. كما توصلت الدراسة أيضا إلى أن البيئة الصفية تعد مؤشرا تنبُئياً على التحصيل الدراسي للطلبة.

أما سوي خيين، وسوي تشاو (Swe Khine and Swee Chiew, 2001) فقد قاما بدراسة لقياس تقدير الطلبة المعلمين للبيئة الصفية، والتعرف على العلاقة بينها وبين اتجاهاتهم نحو توفير بيئة تعليمية مناسبة لطلبتهم في المستقبل بعد التخرج. وقد استخدم الباحثان مقياس البيئة الصفية الجامعية، والذي تم تطبيقه على عينة من الطلبة المعلمين في المعهد الوطني للتربية بسنغافورة. وقد توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج منها أن المقياس المستخدم يمكن الاعتماد عليه في قياس البيئة الصفية وذلك لثباته العالي. كما أن هناك علاقة إيجابية بين تقدير الطلبة المعلمين للبيئة الصفية، واتجاههم لتوفير بيئة صفية جيدة ليتعلم طلبتهم بشكل جيد. و أشارت نتائج الدراسة كذلك إلى أن الطالبات المعلمات كانت تقديراتهن للبيئة الصفية أكثر إيجابية من الطلبة المعلمين.

وقام كول وتايلر (Coll and Talyer, 2000) بدراسة هدفت إلى قياس تقدير الطلبة المعلمين في دولة فيجي للبيئة الصفية باستخدام استبيان تفاعل المعلم ((Questionnaire on Teacher Interaction (QTI)) وقد أشارت الدراسة إلى أن الأداة المستخدمة تعتبر من أفضل الأدوات لقياس تفاعل المعلم مع طلبته داخل غرفة الصف، وأكثرها سهولة ويسرا في الاستخدام.

أما فيشر وكم (Fisher and Kim, 1999) فقاما بدراسة هدفت إلى معرفة التأثير الإيجابي للجهود المبذولة لإصلاح مناهج العلوم بجمهورية كوريا الجنوبية في بيئة التعلم داخل غرفة الصف الدراسي من منظور الفلسفة البنائية. ولتحقيق ذلك قام الباحثان باستخدام استبيان البيئة التعليمية البنائي (Constructivist Learning Environment Survey) وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائيا بين البيئة التعليمية

واتجاهات الطلبة نحو مادة العلوم. كما أكد الطلبة على أنهم يفضلون أن تكون هناك بيئة تعليمية اكثر إيجابية مما هي موجودة عليه حاليا.

كما قام باورس وديفس وتورينس (Powers, Davis and Torrence, 1999) بدراسة لتقصي رأي الطلبة الجامعيين الذين يدرسون عن بعد في بيئات التعلم باستخدام قائمة تحديد البيئة التعليمية في المستوى الجامعي. (College/ University Classroom Environment Inventory) وتم تصميم المقياس من نموذجين هما البيئة الصفية الواقعية والبيئة الصفية المفضلة. و أوضحت نتائج الدراسة صلاحية المقياس المستخدم في تحديد مدى فهم الطلبة لكل من البيئة الواقعية والبيئة المفضلة في الصف الافتراضي (التعلم عن بعد).

أما فريزر (Fraser, 1998) فقد قام بمراجعة للأدب التربوي حول تأثير البيئة الصفية في تحصيل الطلبة. وقد استخلص من دراسته أن هناك علاقة واضحة بين متغيرات البيئة الصفية المختلفة وتحصيل الطلبة.

كما قام كل من فريزر وفيشر (Fraser and Fisher, 1983) بدراسة لمقارنة البيئة الصفية الفعلية والبيئة الصفية المفضلة من قبل الدارسين والمعلمين. واستخدم الباحثان لتحقيق ذلك استبانة مكونة من نموذجين هما النموذج الفعلي والنموذج المفضل. وتكونت عينة الدراسة من (2175) من طلبة السنة الثانية في المدارس العليا في (116) صفا. وقد توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج لعل أهمها أن الطلبة يقدرون البيئة الصفية المفضلة بصورة أكثر إيجابية من تقديرهم للبيئة الصفية الفعلية. كما أن تقدير المدرسين للبيئة الصفية الفعلية جاء أكثر إيجابية من تقدير الدارسين لها.

**مشكلة الدراسة وأسئلتها:**

يعد استقصاء واقع البيئة الصفية وتفضيلها من قبل الطلبة من الأمور التي يجب أن تعطى اهتماما بالغا من قبل التربويين في دراساتهم وبحوثهم لما للبيئة الصفية من أثر من خلال ما أثبتته العديد من الدراسات في التحصيل الدراسي واتجاهات الطلبة وغيرها من المتغيرات. وتتمثل مشكلة هذه الدراسة في شعور الباحثين بندرة الدراسات العربية، وبعدم وعي المعلمين بشكل كاف بدور البيئة الصفية في عملية التعلم، وبكيفية تفعيلها. هذا وستحاول الدراسة الإجابة عن الأسئلة البحثية الآتية:

1. ما تقدير طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء؟
2. هل يختلف تقدير طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء باختلاف جنسهم؟
3. هل يختلف تقدير طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء باختلاف الصف (الأول الثانوي/الثاني الثانوي)؟
4. هل يختلف تقدير طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء باختلاف تحصيلهم الدراسي؟

**أهداف الدراسة:**

تسعى الدراسة الحالية إلى تحقيق عدد من الأهداف منها:

1. تقصي واقع البيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء في المرحلة الثانوية بسلطنة عمان من وجهة نظر الطلبة.
2. التعرف على نوعية البيئة الصفية التي يفضلها الطلبة في حصص مادة الفيزياء في المرحلة الثانوية.
3. تعرّف ما إذا كان تقدير الطلبة للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء يختلف باختلاف جنسهم، وتحصيلهم الدراسي والصف الذي يدرسون فيه.
4. تصميم أداة لقياس البيئة الصفية وبناؤها؛ لكي يستطيع المعلمون من خلالها قياس واقع البيئة الصفية ونوعية التي يفضلها طلبتهم.

**التعريفات الإجرائية:**

تتضمن الدراسة عددا من المفاهيم التي يمكن تعريفها إجرائيا على النحو الآتي:

البيئة الصفية: يعرف كل من اللقاني والجمل (1996: 45) البيئة الصفية على أنها الظروف الفيزيقية والنفسية التي يوفرها المعلم لطلبتهم في الموقف التعليمي، وبقدر جودة وملاءمة الظروف بقدر ما تكون بيئة الصف مناسبة لتوفير خبرات غنية ومؤثرة، وفي هذه الدراسة يتم التعرف على تقدير الطلبة للبيئة الصفية من خلال إجاباتهم على فقرات المقياس المعدة لهذا الغرض.

طلبة المرحلة الثانوية: هم الطلبة المنتظمون في مدارس المرحلة الثانوية بالتعليم العام بسلطنة عمان، والذين تتراوح أعمارهم بين 15-18 عاما.

**حدود الدراسة:**

لهذه الدراسة مجموعة من الحدود تحد من تعميمها وهي:

1. اقتصرت الدراسة على طلبة الصفين الأول الثانوي، والثاني الثانوي (القسم العلمي).
2. تم تطبيق أداة الدراسة على عينة من طلبة الصفين الأول الثانوي، والثاني الثانوي (القسم العلمي) ذكورا وإناثا المسجلين في العام الأكاديمي 2004/2003.
3. اقتصرت الدراسة على قياس البيئة الصفية الواقعية والمفضلة في حصص مادة الفيزياء.

**إجراءات الدراسة:**

أولا: عينة الدراسة:

تكونت عينة الدراسة من (211) طالبا وطالبة منهم (96) طالبا، و(115) طالبة، تم اختيارهم من مدرستين ثانويتين أحدهما للذكور والأخرى للإناث من المديرية العامة للتربية والتعليم بمحافظة مسقط. أما بالنسبة إلى توزيع العينة على الصفين الأول الثانوي والثاني الثانوي/القسم العلمي، فكان على النحو الآتي: بلغ عدد طلبة وطالبات الصف الأول الثانوي (106) طالبا وطالبة، بينما بلغ عدد طلبة الصف الثاني الثانوي/ القسم العلمي(105) طالبا وطالبة. والعينة المذكورة هي الطلبة والطالبات المسجلون في الصفين المشار إليهما في السنة الدراسية (2004/2003).

ثانيا: أداة الدراسة:

أ. وصف الأداة:

لتحقيق أهداف الدراسة وللإجابة عن أسئلتها تم تصميم مقياس ذي تدريج ثلاثي يحتوي على عدد من العبارات تقيس واقع البيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء، ونوعية البيئة الصفية التي يفضلها الطلبة. ففي الجزء الخاص بالبيئة الواقعية طلب من الطلبة تحديد درجة ممارسة المعلم لبعض السلوكيات الدراسية في حصص مادة الفيزياء. هذه الدرجة هي (دائما، أحيانا، نادرا). أما في الجزء الخاص بالبيئة المفضلة فقد طلب من الطلبة تحديد درجة تفضيلهم للممارسات التدريسية في حصص مادة الفيزياء. والدرجة التي طلب من الطلبة تحديد تفضيلهم هي (كبيرة، متوسطة، قليلة). وقد بلغت العبارات أو الفقرات المدرجة في المقياس في صورته النهائية (39) فقرة. وقد تم إعداد المقياس بالاستفادة من مجموعة مقاييس متوفرة في الأدب التربوي، واستخدمت في دراسات عربية وأجنبية، ومن تلك الدراسات ما يأتي:

( أمبوسعيدي والشعيلي، 2003؛ Coll and Neil, 2000, Baek and Choi, 2002
(Rivera and Ganaden,2001, Swe Khine and Swee Chiew, 2001

ب. صدق الأداة (المقياس):

للتأكد من صدق المقياس من حيث اللغة ومناسبة الفقرات لقياس البيئة الصفية، أو إضافة فقرات أخرى، تم عرض المقياس على بعض المتخصصين في تدريس العلوم، وقد تم أخذ آرائهم واقتراحاتهم بعين الاعتبار حتى يظهر المقياس بصورة حسنة يمكن الاعتماد عليه في تعميم النتائج والتوصيات التي تبرز من تحليل النتائج.

ج. ثبات الأداة (المقياس):

تم حساب ثبات المقياس باستخدام معادلة كرونباخ ألفا للاتساق الداخلي. وقد كانت قيمة معامل الثبات المحسوبة للجزء الخاص بالبيئة الواقعية (0.91)، أما بالنسبة إلى الجزء الخاص للبيئة المفضلة فقد بلغت قيمة ألفا (0.92)، والقيم التي تم التوصل إليها تعد مناسبة لغرض الدراسة.

نتائج الدراسة:

سيتم عرض نتائج الدراسة وفقا لتسلسل أسئلتها:

إجابة السؤال الأول: ما تقدير طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء؟

للإجابة عن هذا السؤال تم استخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمعرفة تقدير الطلبة لكل فقرة من فقرات الاستبيان، وسيتم أولا تعرّف تقدير الطلبة بالنسبة للبيئة الواقعية (الفعلية)، ومن ثم تقديرهم بالنسبة للبيئة المفضلة.

أولا: البيئة الواقعية (الفعلية):

يبين الجدول (1) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتقدير الطلبة للبيئة الواقعية في حصص مادة الفيزياء مرتبة تنازليا.

جدول (1)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتقدير الطلبة للبيئة الواقعية في حصص مادة الفيزياء

| رقم الفقرة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الترتيب | رقم الفقرة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الترتيب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **2,15** | **0,833** | **9** | 21 | 2.26 | 0.744 | 5 |
| **2** | **2,45** | **0,752** | **2** | 22 | 2.38 | 0.760 | 3 |
| **3** | **2,02** | **0,802** | **18** | 23 | 1.85 | 0.780 | 30 |
| **4** | **2,31** | **0,777** | **4** | 24 | 2.14 | 0.799 | 11 |
| **5** | **2,14** | **0,773** | **12** | 25 | 2.08 | 0.747 | 15 |
| 6 | 2,08 | 0,825 | 16 | 26 | 1.67 | 0.698 | 35 |
| 7 | 1,63 | 0,701 | 36 | 27 | 2.08 | 0.779 | 17 |
| 8 | 1,74 | 0,774 | 34 | 28 | 1.937 | 0.803 | 22 |
| 9 | 1,43 | 0,679 | 38 | 29 | 2.21 | 0.768 | 8 |
| 10 | 1,80 | 0,774 | 31 | 30 | 1.97 | 0.860 | 21 |
| 11 | 2,15 | 0,750 | 10 | 31 | 1.87 | 0.758 | 29 |
| 12 | 1,78 | 0,784 | 33 | 32 | 1.80 | 0.825 | 32 |
| 13 | 1,93 | 0,755 | 24 | 33 | 2.14 | 0.839 | 13 |
| 14 | 2.46 | 0,734 | 1 | 34 | 2.24 | 0.840 | 7 |
| 15 | 1,98 | 0,801 | 20 | 35 | 1.89 | 0.726 | 28 |
| 16 | 1,91 | 0,782 | 26 | 36 | 2.01 | 0.845 | 19 |
| 17 | 2.27 | 0.775 | 5 | 37 | 1.93 | 0.844 | 23 |
| 18 | 2.13 | 0.829 | 14 | 38 | 1.89 | 0.813 | 27 |
| 19 | 1.60 | 0.776 | 37 | 39 | 1.92 | 0.818 | 25 |
| 20 | 1.37 | 0.639 | 39 | | | | |

يتضح من الجدول السابق أن المتوسطات الحسابية للفقرات لآراء الطلبة للممارسات الواقعية لإجراءات التدريس تراوحت بين (2.46) للفقرة رقم (14)، و (1.37) للفقرة رقم (20). وبمزيد من التفصيل نجد أن الفقرة رقم (14) وهي"يستخدم معلم الفيزياء لغة واضحة ومفهومة أثناء شرح الدروس" حصلت على أعلى متوسط حسابي، وهو (2.46) بانحراف معياري قدره (0.734)، تلتها بعد ذلك الفقرة رقم (2) وهي "يطلب معلم الفيزياء من الطالب الاستئذان عند الحديث والخروج" بمتوسط حسابي قدره (2.45) وانحراف معياري (0.752). أما الفقرة رقم (22) وهي "ينوع معلم الفيزياء من أسئلة الامتحانات (اختيار من متعدد، مقال،...) فقد احتلت المرتبة الثالثة بمتوسط حسابي وقدره (2.38)، وانحراف معياري وقدره (0.760). أما الفقرة رقم (9) وهي "يعطي معلم الفيزياء الطلبة بعض المقالات والكتب العلمية للمواضيع التي تعالجها المادة لتوسع مداركهم" فقد احتلت المرتبة (38)، قبل الأخير بمتوسط حسابي وقدره (1.43)، وانحراف معياري (0.679). وحصلت الفقرة رقم (20)، وهي

" يستخدم معلم الفيزياء التقنيات الحديثة في التدريس (الكمبيوتر، التلفزيون، الفيديو،.....)" المركز الأخير بمتوسط حسابي وقدره (1.37)، وانحراف معياري وقدره (0.639).

ثانيا: البيئة المفضلة:

يبين الجدول (2) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتقدير الطلبة للبيئة المفضلة من وجهة نظر الطلبة في حصص مادة الفيزياء مرتبة تنازليا.

جدول (2)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتقدير الطلبة للبيئة المفضلة في حصص مادة الفيزياء

| رقم الفقرة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الترتيب | رقم الفقرة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الترتيب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **2.64** | **0.639** | **3** | **21** | 2.72 | 0.592 | 1 |
| **2** | **2.47** | **0.698** | **17** | **22** | 2.56 | 0.698 | 6 |
| **3** | **2.55** | **0.687** | **7** | **23** | 2.43 | 0.746 | 21 |
| **4** | **2.49** | **0.694** | **14** | **24** | 2.12 | 0.814 | 38 |
| **5** | **2.54** | **0.686** | **10** | **25** | 2.45 | 0.743 | 18 |
| 6 | 2.43 | 0.692 | 22 | 26 | 2.19 | 0.759 | 36 |
| 7 | 2.35 | 0.756 | 27 | 27 | 2.21 | 0.779 | 34 |
| 8 | 2.16 | 0.761 | 37 | 28 | 2.32 | 0.777 | 29 |
| 9 | 2.20 | 0.815 | 35 | 29 | 2.34 | 0.738 | 28 |
| 10 | 2.55 | 0.672 | 8 | 30 | 2.42 | 0.789 | 23 |
| 11 | 2.54 | 0.648 | 11 | 31 | 2.31 | 0.751 | 31 |
| 12 | 2.38 | 0.703 | 25 | 32 | 2.02 | 0.816 | 39 |
| 13 | 2.45 | 0.757 | 19 | 33 | 2.47 | 0.754 | 16 |
| 14 | 2.65 | 0.624 | 2 | 34 | 2.60 | 0.665 | 4 |
| 15 | 2.50 | 0.713 | 12 | 35 | 2.38 | 0.686 | 24 |
| 16 | 2.47 | 0.692 | 15 | 36 | 2.50 | 0.719 | 13 |
| 17 | 2.54 | 0.668 | 9 | 37 | 2.44 | 0.732 | 20 |
| 18 | 2.57 | 0.689 | 5 | 38 | 2.36 | 0.738 | 26 |
| 19 | 2.23 | 0.782 | 33 | 39 | 2.31 | 0.797 | 32 |
| 20 | 2.31 | 0.853 | 30 | | | | |

يلاحظ من الجدول (2) أن المتوسطات الحسابية للفقرات لآراء الطلبة للممارسات المفضلة لإجراءات التدريس تراوحت بين (2.72) للفقرة رقم (21)، و (2.02) للفقرة رقم (32). وبتفصيل أكثر نجد أن الفقرة رقم (21) وهي "يهتم معلم الفيزياء بالأسئلة التي يطرحها الطلبة في الحصة" جاءت في الترتيب الأول في الممارسات التدريسية التي يفضلها الطلبة في حصة الفيزياء بمتوسط حسابي وقدره (2.72)، بانحراف معياري وقدره (0.592). وجاءت الفقرة رقم (14) وهي "يستخدم معلم الفيزياء لغة واضحة ومفهومه أثناء شرح الدروس" في الترتيب الثاني بمتوسط حسابي قدره (2.65)، وانحراف معياري قدره (0.624). أما في الترتيب الثالث فحصلت عليه الفقرة رقم (1) وهي " يستخدم معلم الفيزياء أنماط السلوك المرغوبة مثل لو سمحت، شكر،..." بمتوسط حسابي (2.64)، وانحراف معياري قدره (0.639). وجاءت في الترتيب رقم (38) الفقرة رقم (24)، وهي "الوقت

المخصص لدراسة مادة الفيزياء قصير جدا" بمتوسط حسابي (2.12)، وانحراف معياري (0.814). أما في الترتيب الأخير في الممارسات التي يفضلها الطلبة في حصص مادة الفيزياء فقد حصلت عليه الفقرة رقم (32)، وهي "لا يحدد معلم الفيزياء للطلبة أوقات تسليم الأعمال والأنشطة الصفية مسبقا" بمتوسط حسابي قدره (2.02)، وانحراف معياري قدره (0.816).

إجابة السؤال الثاني: هل يختلف تقدير طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء باختلاف جنسهم؟
للإجابة عن هذا السؤال تم استخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، واختبار "ت" للكشف عن الفروق في المتوسطات الحسابية. ويبين الجدول (3) ما تم حسابه من عمليات إحصائية.
جدول (3)
المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار ( ت ) للفروق بين المتوسطات الحسابية لتقدير الطلبة للبيئة الواقعية والمفضلة تبعا لمتغير الجنس

| البيئة | جنس الطالب | عدد الطلبة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة (ت) | درجة الحرية | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **الواقعية** | **ذكور** | **95** | **70.6** | **13.8** | **4.48** | **209** | **0.001** |
| | **إناث** | 116 | 79.9 | 15.9 | | | |
| **المفضلة** | **ذكور** | **95** | **82.8** | **21.9** | **4.54** | **209** | **0.001** |
| | **إناث** | 116 | 96.8 | 12.8 | | | |

يظهر من الجدول (3) أن المتوسط الحسابي لتقديرات الطالبات سواء أكان للبيئة الواقعية (المتوسط الحسابي = 79.9) أو البيئة المفضلة (المتوسط الحسابي = 96.8) أكبر من المتوسطات الحسابية لتقديرات الطلبة الذكور (المتوسط الحسابي للبيئة الواقعية = 70.6، المتوسط الحسابي للبيئة المفضلة = 82.8). و أن هذه الفروق في المتوسطات الحسابية بين الجنسين في البيئتين؛ الواقعية والمفضلة دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة $\alpha = 0.001$.

إجابة السؤال الثالث: هل يختلف تقدير طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء باختلاف الصف (الأول الثانوي/الثاني الثانوي)؟
للإجابة عن هذا السؤال تم استخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، واختبار "ت" للكشف عن الفروق في المتوسطات الحسابية. ويوضح الجدول (4) نتائج تلك العمليات الإحصائية.
جدول (4)
المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار ( ت ) للفروق بين المتوسطات الحسابية لتقدير الطلبة للبيئة الواقعية والمفضلة تبعا للصف

| البيئة | الصف | عدد الطلبة | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة (ت) | درجة الحرية | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الواقعية | أول ثانوي | 106 | 82.2 | 14.11 | 6.63 | 209 | 0.001 |
| | ثان ثانوي | 105 | 69.1 | 14.49 | | | |
| المفضلة | أول ثانوي | 106 | 89.9 | 19.08 | 0.452 | 209 | غير دال |
| | ثان ثانوي | 105 | 91.0 | 18.6 | | | |

من الجدول (4) يتضح بأن المتوسط الحسابي لتقديرات طلبة الصف الأول الثانوي للبيئة الواقعية في حصص الفيزياء أكبر من المتوسط الحسابي لتقديرات طلبة الصف الثاني الثانوي العلمي، حيث بلغت تلك

المتوسطات لطلبة الصف الأول الثانوي 82.2، ولطلبة الصف الثاني الثانوي العلمي 69.1، وأن هذه الفروق دالة إحصائيا عند مستوى دلالة $\alpha = 0.001$. أما بالنسبة إلى المتوسطات الحسابية لتقديرات طلبة الصف الأول الثانوي للبيئة المفضلة فكانت أقل (89.9) من المتوسطات الحسابية لتقديرات طلبة الصف الثاني الثانوي العلمي (91.0)، وأن هذه الفروق غير دالة إحصائيا.

إجابة السؤال الرابع: هل يختلف تقدير طلبة المرحلة الثانوية بسلطنة عمان للبيئة الصفية في حصص مادة الفيزياء باختلاف تحصيلهم الدراسي؟
للإجابة عن هذا السؤال تم استخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، و تحليل التباين الأحادي (ANOVA) للكشف عن الفروق في المتوسطات الحسابية. ويوضح الجدول (5) ذلك.

جدول (5)
المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتقدير الطلبة للبيئة الواقعية والمفضلة تبعا للتحصيل الدراسي

| البيئة | مستوى التحصيل | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|
| الواقعية | منخفض | 72.6 | 15.1 |
| | متوسط | 74.3 | 16.5 |
| | مرتفع | 77.0 | 15.6 |
| المفضلة | منخفض | 81.1 | 23.9 |
| | متوسط | 91.0 | 17.8 |
| | مرتفع | 96.2 | 13.6 |

يظهر من الجدول السابق (جدول 5) أن المتوسطات الحسابية لتقديرات الطلبة ذوى التحصيل الدراسي المرتفع كان أكبر في كلا البيئتين؛ الواقعية والمفضلة مقارنة بالمتوسطات الحسابية لتقديرات الطلبة ذوى التحصيل الدراسي المتوسط والمنخفض. ولمعرفة ما إذا كانت هناك فروق دالة إحصائيا بين الفروق في المتوسطات الحسابية، تم استخدام تحليل التباين الأحادي (الجدول 6).

جدول (6)
نتائج تحليل التباين الأحادي لمتوسطات تقدير الطلبة للبيئة الواقعية والمفضلة تبعا للتحصيل الدراسي

| البيئة | مصدر التباين | مجموع المربعات | درجات الحرية | متوسطات المربعات | قيمة ف | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| الواقعية | بين المجموعات | 492.50 | 2 | 246.25 | 0.986 | غير دال |
| | داخل المجموعات | 41439.71 | 166 | 249.64 | | |
| | الكلي | 41932.21 | 168 | | | |
| المفضلة | بين المجموعات | 6144.94 | 2 | 3072.4 | 8.50 | 0.001 |
| | داخل المجموعات | 59274.28 | 166 | 361.43 | | |
| | الكلي | 65419.22 | 168 | | | |

يظهر من الجدول انه لا توجد فروق دالة إحصائيا للمتوسطات الحسابية لتقديرات الطلبة للبيئة الواقعية تبعا لمتغير التحصيل الدراسي. أما بالنسبة إلى المتوسطات الحسابية لتقديراتهم للبيئة المفضلة فيظهر من الجدول انه توجد فروق دالة إحصائيا عند مستوى الدلالة $\alpha = 0.001$. ولاختبار اتجاه الفروق في المتوسطات الحسابية للبيئة المفضلة، تم استخدام اختبار (LSD)، والجدول التالي يوضح اتجاه الفروق.

جدول (7)
اتجاه الفروق في المتوسطات الحسابية لتقدير الطلبة للبيئة المفضلة في حصص مادة الفيزياء

| | منخفض (81.1) | متوسط (91.0) | مرتفع (96.2) |
|---|---|---|---|
| منخفض (81.1) | | * | * |
| متوسط (91.0) | | | |
| مرتفع (96.2) | | | |

* دال إحصائيا عند مستوى α= 0.05

يتضح من الجدول أن هناك فروقاً دالة إحصائيا بين المتوسطات الحسابية لتقديرات الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المنخفض من جهة، وذوي التحصيل الدراسي المتوسط، والمرتفع، ولصالح الفئتين الأخيرتين (المتوسط والمرتفع).

مناقشة نتائج الدراسة وتوصياتها:
سوف تتم مناقشة النتائج وفق تسلسل أسئلة الدراسة، بعد ذلك سيتم تقديم المقترحات والتوصيات في ضوء ما تسفر عنه مناقشة النتائج.

1. النتائج المتعلقة بالسؤال الأول:

أوضحت نتائج الدراسة بالنسبة إلى الممارسات التدريسية في البيئة الواقعية أن الفقرة الخاصة بـ "يستخدم معلم الفيزياء لغة واضحة ومفهومه أثناء شرح الدروس"، احتلت المرتبة الأولى في ترتيب الفقرات، وهذا جيد إذ تعد اللغة الوسيلة الأولى والأهم في التواصل بين الأفراد، وإذا كانت هذه الوسيلة لا يتم استخدامها بشكل جيد فإن ذلك يعني عدم وصول الرسالة المطلوب إيصالها للطلبة بشكل جيد، وبالتالي التأثير على استيعابهم للأفكار المنقولة. هذا من جانب ومن جانب آخر قد يكون السبب في استخدام لغة واضحة هو أن مادة الفيزياء لا تتطلب عمقا في اللغة العربية وذلك لطبيعتها المعتمدة على القوانين والأرقام. لكن لا يعني هذا عدم الاهتمام باللغة العربية؛ في الشرح والتوضيح، بل مطلوب إتقانها من قبل المعلمين جميعا. كما أشارت نتائج الدراسة إلى أن معلم الفيزياء يطلب من طلبته الاستئذان عند الحديث الخروج، وهذا ما يجب أن يتم في المدرسة، فالمدرسة ليست فقط مكاناً يتم فيه تلقي المعرفة، بل هي مكان لتعلم النواحي الاجتماعية، وإكسابها الطلبة. في المقابل نجد أن الطلبة أشاروا إلى أن المعلم لا يعطي الطلبة بعض المقالات والكتب العلمية للمواضيع التي تعالجها المادة لتوسيع مداركهم. وهذا للأسف أغلب المعلمين يمارسوه حيث أنهم يعتمدون كلية على كتاب الطالب في التحضير للدروس وللشرح؛ وقد يعود ذلك إلى أن الاختبارات لا تخرج عن إطار الكتب المدرسي، ولذا نجد عدم اهتمام المعلمين بالمطالعات الخارجية. ومن هنا فمن الضروري أن يقوم المعلم بتعويد طلبته على القراءة والمطالعة الخارجية كمهارة أساسية للتعلم المستمر. كما أشارت نتائج الدراسة إلى احتلال فقرة "يستخدم معلم الفيزياء التقنيات الحديثة في التدريس"، المركز الأخير في ترتيب الفقرات، حيث يلاحظ بشكل عام عدم استخدام المعلمين للتقنيات الحديثة في التدريس. وقد يعزى هذا لسببين هما: عدم توافر تلك الأجهزة في المدارس، أو عدم إلمام المعلمين بكيفية استخدامها وبالتالي لا يوظفوها في التدريس خشية الوقوع في المشاكل جراء ذلك.

أما بالنسبة إلى البيئة المفضلة فيلاحظ أن تقديرات الطلبة لها عالية مقارنة بتقديراتهم للبيئة الواقعية، وهذا طبيعي حيث يتمنى الطلبة وجود أشياء لا يمارسها المعلم في البيئة الواقعية، ليروا إذا كانت ستشكل فرقاً في تحصيلهم الدراسي في مادة الفيزياء، وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة فريزر وفيشر (Fraser and Fisher, 1983) التي توصت إلى أن تقدير الطلبة للبيئة المفضلة أكثر من تقديرهم للبيئة الفعلية (الواقعية). وفي هذه البيئة، أي المفضلة، نجد أن الفقرة الخاصة بـ"يهتم معلم الفيزياء بالأسئلة التي يطرحها الطلبة في الحصة" جاءت في المرتبة الأولى، وهذا يعكس مدى الاهتمام الذي يوليه الطلبة للأسئلة داخل الحصة. حيث تلعب الأسئلة الصفية دورا في عملية التعلم والتقويم. فهي متلازمة مع جميع طرائق التدريس المستخدمة في الحصة، وهي الأساس في عملية التقويم. كما قد يعزى ذلك إلى توجه الطلبة إلى معرفة كل صغيرة وكبيرة عن مواضيع الفيزياء لأنها قد تكون من ضمن أسئلة الاختبارات الفترية والنهائية. وجاءت الفقرة الخاصة بـ "يستخدم معلم الفيزياء لغة واضحة ومفهومه أثناء شرح الدروس" المرتبة الثانية، وهذا تأكيد على أهمية اللغة في التدريس كوسيلة لنقل الأفكار من المعلم للطلبة. أما الفقرة الخاصة بـ"لا يحدد معلم الفيزياء للطلبة أوقات تسليم الأعمال والأنشطة الصفية مسبقا" المرتبة الأخيرة في درجة التفضيل، حيث يرى الطلبة أهمية قيام المعلم بتحديد وقت لهم لتسليم أعمالهم بدلا ترك الأمور غير محددة، وبالتالي يؤخرون تسليمها، وتكون هناك عدم جودة في ذلك.

2. النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني:

أشارت نتائج الدراسة إلى أن تقدير الطالبات للبيئة الصفية الواقعية والمفضلة كان أعلى مقارنة بتقديرات الطلبة الذكور. ويمكن تفسير ذلك من جانبين؛ الجانب الأول متعلق بالمعلمات، حيث يسعين – بشكل عام- إلى توفير بيئة تعليمية مناسبة لتعلم طالباتهن، وإنهن يبذلن الكثير من الجهد في سبيل توفير الإمكانات المادية والمعنوية داخل الغرفة الصفية لتسهيل وتيسير تعلم طالباتهن. أما الجانب الآخر فمتعلق بالطالبات أنفسهن، اللواتي ينظرن إلى عملية التعليم والتعلم بمنظور إيجابي أكثر مقارنة بمنظور الطلبة الذكور، وأن اهتمامهن بالتعلم أكثر من اهتمام الطلاب، وهذا ما إنعكس في إجابتهن على المقياس في الدراسة الحالية، وأعطاهن تقديرات أعلى لكل من البيئة الصفية الواقعية والمفضلة. وتتفق هذه الدراسة مع ما توصلت إليه دراسة سوي خيين، وسوي تشاو (Swe Khine and Swee Chiew, 2001)، واختلفت مع نتائج دراسة أمبوسعيدي والشعيلي (2003) التي أجريت في المستوى الجامعي.

3. النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث:

أشارت نتائج الدراسة إلى أن تقدير طلبة الصف الأول الثانوي للبيئة الواقعية أكثر من تقدير طلبة الصف الثاني الثانوي العلمي لها، وأن هذا التقدير دال إحصائيا. ويمكن أن نعزو ذلك إلى أن معلمي الفيزياء في الصف الأول الثانوي يحاولون جادين تقديم مادة الفيزياء بشكل جيد، خاصة وأن الطلبة في هذا الصف لأول مرة يقومون بدراسة الفيزياء كمادة منفصلة عن باقي مواد العلوم. كما أن صف الأول الثانوي يحدد للطالب اختياره للدراسة في الصف الثاني الثانوي؛ إما القسم العلمي أو القسم الادبي، وبالتالي يسعى المعلمون إلى تقديم مواد العلوم بصورة حسنة حتى يشجعوا الطلبة الدخول إلى القسم العلمي في الصف الثاني الثانوي. كما يمكن تفسير هذا الفرق بأن طلبة الصف الثاني الثانوي/القسم العلمي أكبر سنا، وأكثر نضجا وبالتالي يكون حكمهم أكثر مصداقية على البيئة الصفية مقارنة بحكم طلبة الصف الأول الثانوي. أما بالنسبة إلى تقديرهم للبيئة المفضلة، فقد أشارت نتائج الدراسة إلى عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين طلبة الصف الأول الثانوي وطلبة الصف الثاني الثانوي/ القسم العلمي. ويمكن أن نستنتج من ذلك إلى أن طلبة كلا الصفين يريدون بيئة صفية أفضل مما هي موجودة عليه حاليا.

4. النتائج المتعلقة بالسؤال الرابع:

أشارت نتائج الدراسة إلى عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين تقديرات الطلبة للبيئة الواقعية وتحصيلهم الدراسي، أي أن جميع الطلبة بغض النظر عن مستوياتهم أعطوا تقديرا متقاربا للبيئة الصفية الواقعية. ويمكن أن نفسر ذلك إلى أن معلم الفيزياء داخل غرفة الصف يحاول جاهدا أن يقدم إجراءات تدريسية تناسب وجميع المستويات التحصيلية في غرفة الصف. أما بالنسبة إلى بيئة المفضلة فقد أشارت نتائج الدراسة إلى وجود فروق دالة إحصائيا بين تقديرات الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المنخفض من جهة، والتحصيل الدراسي المتوسط والمرتفع من جهة أخرى. ويمكن أن نفسر ذلك إلى قدرة الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المتوسط والمرتفع على رؤية إجراءات تدريسية مهمة لتفعيل البيئة الصفية لا يراها الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المنخفض. بمعنى آخر أن الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المتوسط والمرتفع يدركون الإجراءات التدريسية التي تساعد على زيادة تحصيلهم الدراسي أكثر مما يدركها الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المنخفض.

في ضوء نتائج السابقة، توصي الدراسة بما يأتي:

1. على معلمي الفيزياء الاهتمام بموضوع البيئة الصفية بشكل أكبر؛ وذلك لتأثيرها على التحصيل الدراسي لطلبتهم وزيادة دافعيتهم للتعلم.
2. ضرورة أخذ معلمي الفيزياء في الاعتبار الممارسات التدريسية التي يفضلها طلبتهم، ويمكن معرفة ذلك من خلال مناقشتهم بشكل مباشر، أو من استخدام مقاييس خاصة من مثل المستخدمة في الدراسة الحالية.
3. على معلمي الفيزياء الذكور تحسين الإجراءات التدريسية التي يتبعونها حاليا حتى يمكن رفع مستوى تحصيل طلبتهم.
4. محاولة إبراز الإجراءات التدريسية التي تساعد على التعلم بشكل أفضل للطلبة ذوي التحصيل الدراسي المنخفض؛ حتى يمكنهم التركيز عليها، وبالتالي رفع تحصيلهم الدراسي.
5. القيام بمزيد من الدراسات والبحوث في مجال البيئة الصفية، وهنا يمكن أخذ متغيرات تعليمية-تعلمية أخرى و أثرها على تقدير الطلبة للبيئة الصفية.

**المراجع**:

**أولا: المراجع العربية:**


1. أمبوسعيدي، عبدالله، والشعيلي، علي (2003). تقدير الطلبة تخصص العلوم في كلية التربية بجامعة السلطان قابوس للبيئة الصفية في ضوء بعض المتغيرات، دراسات في مناهج وطرق التدريس، العدد السابع والثمانون، 69-97.
2. أمبوسعيدي، عبدالله، وخطايبة، عبدالله، والشعيلي، علي (2002) تقدير طلبة قسم الكيمياء بجامعة السلطان قابوس للبيئة الفعلية والبيئة المفضلة للمختبرات العلمية، سلسلة الدراسات النفسية والتربوية، المجلد (7)،1-31.
3. اللقاني، أحمد، والجمل، علي (1996) معجم المصطلحات التربوية المعرفة في المناهج وطرق التدريس، القاهرة، عالم الكتب.
4. الهويدي، زيد (2002). مهارات التدريس الفعال، العين، دار الكتاب الجامعي.


**ثانيا: المراجع الأجنبية:**


1. Baek, S. and Choi, H.(2002). The relationship between students' perceptions of classroom environment and their academic achievement in Korea, Asian Pacific Education Review, 3(1), 125-135.
2. Coll, R. and Neil, T. (2000) How do we see ourselves? Measuring perceptions of teaching style using the questionnaire on teacher interaction (QTI) instrument, Teaching and Learning, 20(2), pp. 20-30.
3. Fisher, D. and Kim, H. (1999) Constructivist learning environments in science classes in Kora, Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (Montreal Quebec, Canada, April).
4. Fraser, B. (1982) Development of short forms of several classroom environment scales, Journal of Research in Science Teaching, 23, pp. 387-413.
5. Fraser, B. (1991) Two decades of classroom environment research. In Fraser, B. and Walberg, H. (Eds.) Educational Environment: Evaluation Antecedents and Consequences, London, Pergamon, pp. 3-28.
6. Fraser, B. and Fisher, D. (1983) A comparison of actual and preferred classroom environment as perceived by science teachers and students, Journal of Research in Science Teaching, 20, pp. 55-61.
7. Rivera, T. and Ganaden, M. (2004). The development and validation of a classroom environment scale for Filipinos, Retrieved from the WWW on 15/2/2004 http://www.upd.edu.ph/-ismed/online/articles/dev/intro.htm
8. Swe Khine, M. and Swee Chiew, G. (2001). Investigation of tertiary classroom learning environment in Singapore, Paper presented at the International Education Research Conference, Australia.


**ملحق رقم (1)**

الاستبانة

*أخي الطالب/ أختي الطالبة*

الاستبانة التي بين يديك هي جزء من دراسة علمية، وهي تتكون من شقين، يهدف الأول منهما إلى تحديد بعض الإجراءات التدريسية التي يستخدمها معلم الفيزياء أثناء الحصة، ويرمي الآخر إلى معرفة أي إجراء من الإجراءات التدريسية هي الأفضل من وجهة نظرك.

المطلوب منك أن تتكرم بملء قسم البيانات أدناه، ثم تقرأ الاستبانة بتأن، وتقوم بالإجابة عن جميع مفرداتها.

ستجد في وسط الاستبانة إجراءات تدريسية مختلفة، المطلوب منك أن تحدد في الجهة اليمنى مستوى الممارسة الواقعية، بوضع العلامة (X) في المكان المناسب، فإذا وضعت العلامة تحت دائما فإن ذلك يعني أن معلم الفيزياء يمارس ذلك الإجراء باستمرار، أما إذا وضعتها تحت نادرا، فإن ذلك يعني أن معلم الفيزياء قلما يمارس ذلك.

أما في الجانب الأيسر فالمطلوب منك أن تحدد درجة تفضيلك للإجراء؛ فإذا وضعت العلامة تحت بدرجة كبيرة، فإن ذلك يشير إلى أنك تفضل ذلك الإجراء، وتود أن تراه مطبقا من قبل معلم الفيزياء أثناء الحصة، أما إذا وضعتها تحت منخفضة، فان ذلك يعني أنك لا تفضل ذلك الإجراء أبدا، ولا تود أن تراه مطبقا من قبل معلم الفيزياء.

ونحن على يقين أنه سيكون لإجابتك الدقيقة والموضوعية الأثر الطيب في الخروج بنتائج علمية رصينة، علما بأن المعلومات المعطاة ستعامل بمنتهى السرية ولن تستخدم إلا لأغراض البحث العلمي. شاكرين لك حسن تعاونك معنا.

الباحثان

بيانات عامة

الجنس ☐ ذكر ☐ أنثى

الصف ☐ الأول الثانوي ☐ الثاني الثانوي العلمي

الدرجة التي حصلت عليها في مادة الفيزياء في الفصل الدراسي الأول:

| *مستوى الممارسة الواقعية* | | | الإجراء | *درجة التفضيل* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **نادرا** | أحيانا | دائما | | كبيرة | متوسطة | قليلة |
| | | | يستخدم معلم الفيزياء أنماط السلوك المرغوبة مثل لو سمحت، شكرا | | | |
| | | | يطلب معلم الفيزياء من الطالب الاستئذان عند الحديث أو الخروج | | | |
| | | | يحدد معلم الفيزياء أهداف مادة الفيزياء للطلبة | | | |
| | | | يحدد معلم الفيزياء ما هو مطلوب من الطلبة أثناء الحصة منذ بداية السنة الدراسية | | | |
| | | | يلتزم معلم الفيزياء بالوقت المخصص للحصة باستمرار | | | |
| | | | يعمل معلم الفيزياء على إبراز أهمية مادة الفيزياء في حياة الطلبة | | | |
| | | | ينوع معلم الفيزياء من الأنشطة الصفية داخل الحصة التي تخدم مادة الفيزياء | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | يكلف معلم الفيزياء الطلبة بأنشطة متنوعة بشكل فردي وجماعي تخدم مادة الفيزياء | | | | |
| | | | يعطي معلم الفيزياء الطلبة بعض المقالات والكتب للمواضيع التي تعالجها المادة لتوسيع مداركهم ومعارفهم | | | | |
| | | | يستخدم معلم الفيزياء طرق تدريس متنوعة في شرحه للدروس | | | | |
| | | | يهتم معلم الفيزياء بالآراء التي يطرحها الطلبة في الموضوعات التي يعالجها مادة الفيزياء | | | | |
| | | | يناقش معلم الفيزياء الطلبة في الأنشطة التي قاموا بها سواء أكانت بشكل فردي أم جماعي، ويعطيهم رأيه فيها | | | | |
| | | | يتيح معلم الفيزياء فرصة كافية للمناقشات بين الطلبة داخل الحصة | | | | |
| | | | يستخدم معلم الفيزياء لغة واضحة ومفهومه أثناء شرح الدروس | | | | |
| | | | يشجع معلم الفيزياء الطلبة على إبداء آرائهم ووجهة نظرهم في الموضوعات التي يعالجها مادة الفيزياء | | | | |
| | | | يتيح معلم الفيزياء فرصة للطلبة لتطبيق ما تعلموه من معارف نظرية | | | | |
| | | | يعتمد معلم الفيزياء في عرضه للدروس على مشاركة الطلبة في الحصة من خلال الأسئلة والأجوبة، والمناقشات الفردية والجماعية | | | | |
| | | | يظهر معلم الفيزياء حبه وحماسه لمادة الفيزياء أثناء شرح الدروس مما ينعكس على الطلبة | | | | |
| | | | يتيح معلم الفيزياء للطلبة الفرصة لعرض الأنشطة التي قاموا بها أمام زملائهم في الصف | | | | |
| | | | يستخدم معلم الفيزياء التقنيات الحديثة في التدريس (الكمبيوتر، التلفزيون، الفيديو،.....) | | | | |

| *مستوى الممارسة الواقعية* | | | الإجراء | *درجة التفضيل* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نادرا | أحيانا | دائما | | كبيرة | متوسطة | ضعيفة |
| | | | يهتم معلم الفيزياء بالأسئلة التي يطرحها الطلبة في الحصة | | | |
| | | | ينوع معلم الفيزياء من أسئلة الامتحانات (اختيار من متعدد، مقال،.....) | | | |
| | | | يستخدم معلم الفيزياء أنواع مختلفة من طرق التقويم (اختبارات تحريرية، اختبارات شفوية،.....) | | | |
| | | | الوقت المخصص لدراسة مادة الفيزياء قصير جدا | | | |
| | | | النظريات والقوانين العلمية التي تناقش داخل غرفة الصف يتم تطبيقها في المختبر | | | |
| | | | الوقت المخصص للأنشطة الصفية بمادة الفيزياء مناسب جدا | | | |
| | | | يقوم معلم الفيزياء بشرح قوانين الصف في حالة حدوث سلوك خاطئ فقط وليس قبل ذلك | | | |
| | | | يقوم معلم الفيزياء بتكوين مجموعات تعليمية أثناء الأنشطة الصفية وفي داخل المختبر | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | الوضع الحالي لجلوس الطلبة مناسب جدا لرؤية ما يتم كتابته على السبورة | | | |
| | | | يقوم معلم الفيزياء بتقسيم الصف إلى مجموعات أثناء المراجعة وطرح الأسئلة ليشجع التنافس بينهم | | | |
| | | | أوقات الموضوعة فيها حصص مادة الفيزياء في هذه السنة مناسبة لتعلم مادة الفيزياء | | | |
| | | | لا يحدد معلم الفيزياء للطلبة أوقات تسليم الأعمال والأنشطة الصفية مسبقا | | | |
| | | | يعرف معلم الفيزياء أسماء طلبة الفصل كلهم | | | |
| | | | يوضح معلم الفيزياء للطلبة ما هو مطلوب منهم عمله في غرفة الصف حتى يستطيعوا الحصول على درجات عالية في مادة الفيزياء | | | |
| | | | يعطي طلبة الصف وجهات نظر متعارضة للموضوعات المطروحة مما يثري معلوماتهم في مادة الفيزياء | | | |
| | | | يتميز معلم الفيزياء برحابة صدر في تقبل مشاكل الطلبة مما يجعلهم يشعرون بنوع من الارتياح | | | |
| | | | يظهر أن معلم الفيزياء يفهم الاهتمامات والمشاكل الشخصية بشكل جيد | | | |
| | | | الأنشطة الصفية التي يطلبها معلم الفيزياء يوجد بها فرصة ليظهر فيها الطلبة اهتماماتهم وآرائهم | | | |
| | | | توجد دائما فرصة في حصص الفيزياء للمشاركة الصفية | | | |

**********

# مستوى التنور العلمي لدى طلبة الصف الحادي عشر في محافظة القدس

د.سمية المحتسب
كلية العلوم التربوية
جامعة الإسراء الخاصة
(ص.ب 22 فاكس:47117505)
عمان / الأردن
Ghada1954@hotmail.com

**المقدمة:**

يعد نشر التنور العلمي أمرا حيويا للعديد من الأسباب العلمية والاقتصادية والأيدلوجية والعقلية والجمالية. وتتمثل هذه الأسباب في انعكاسات التنور العلمي للمجتمع على الاقتصاد الوطني في جانبي: دعمه للمشاريع العلمية وأقدار أفراده على التأثير في السياسة العلمية والممارسة الديموقراطية في المجتمع، وفي الفوائد المباشرة للتنور العلمي على الفرد ذاته في جانبي: أقداره على اتخاذ القرارات الشخصية ،وتزايد فرص العمل المهنية لمن يملكون مستوى مناسب من التنور العلمي الذي تتطلبه تلك المهن، وهذا بدوره يعود على الاقتصاد الوطني للمجتمع. كما أن لتشجيع التنور العلمي فوائد عقلية، تتمثل بمساهمته في تعزيز الثقافة الفكرية للفرد ،وجمالية ،تتمثل في كون العلم نشاط إبداعي، وأخلاقية ،تترتب على دخول القواعد والقيم العلمية إلى المجتمع، مما يعني تقدم كبير في الحضارة الإنسانية ،ويخلق مواطنين أكثر حكمة.

وبذلك،يصبح تطوير التنور العلمي والتكنولوجي أمرا لا غنى عنه في عالم يتشكل ويقاد ،إلى حد بعيد، بالعلم والتكنولوجيا . وبالتالى دعى قادة العالم التربويون إلى العمل على نشر التنور العلمي في جميع دول العالم ،مع الأخذ، بعلاقته بالثقافة المحلية لكل بلد وبقيمه وبحاجاته الإقتصادية وطموحاته، وبما يتفق والأهداف العامة للتربية المتعلقة بالتنمية الشاملة للشخصية الإنسانية من جهة، وحقوق الإنسان والحريات الأساسية من جهة أخرى (U NSCO,1994,p.9).

وكان لا بد من أن تواكب التربية العلميةهذه المطالبات بإحداث تغيرات في المعتقدات حول تدريس العلوم(Meichtry,1993) ،ظهرت بالتحول من الاهتمام ،في الخمسينيات، بإعداد علماء المستقبل القادرين على إنتاج التكنولوجيا، إلىالاهتمام ،في بداية الثمانينات، إلى تعليم المواطنين للمشاركة في عالم متزايد التطور علميا وتكنولوجيا، وأصبح نشر التنور العلمي لجميع الطلاب هدف رئيسي لحركة إصلاح تعليم العلوم المعاصرة (AAAS, 1989).

(UNSCO,1994;AAAS,1989,1993;Meichtry,1993;Hurd,1998,Eisenhartl,1996;NRC,1996)

ومع أن التنور العلمي لاقى قبولا عاما كهدف رئيسي لتعليم العلوم منذ أربع عقود ، إلا أن المصطلح لم يعرف بصورة متفق عليها في الأدب التربوي. ويعود ذلك لأسباب عدة من بينها: أنه مصطلح واسع يرافق إتجاهات تربوية متعددة ومتغيرة عبر الزمن (DeBoer, 2000) . ولقد عرف التنور العلمي لغويا مقابلا لكلمة Literacy باللغة الإنجليزية ،وهو قدرة الفرد على القراءة وفهم الأدب العلمي والمجلات العلمية (Ruba & Anderson,1987) ،وتطور هذا المفهوم ليشمل أبعاد عديدة، فيما يلي عرض لأكثر المفاهيم المرتبطة بمصطلح التنور العلمي شيوعا في محاولة لحل الإشكالية المحيطة به والتوصل إلى تعريف شامل له يأخذ بعين الاعتبار جوانب الاتفاق بين التعريفات المختلفة.

يعد هيرد(Hurd,1958) أول من أورد فكرة التنور العلمي في موضوع نشره تحت عنوان "التنور العلمي ومفهومه للمدارس الأمريكية". حيث ناقش في مقالته كيف أن العلوم وتطبيقاته التكنولوجية أصبحت قوة مسيطرة في المجتمع الأمريكي وأصبح من الصعب التحدث عن القيم الإنسانية والسياسية والإقتصادية أو الأهداف التعليمية بدون الأخذ بعين الإعتبار الدور الذي يلعبه العلم، فقد أشار إلى هذا المصطلح كهدف جديد في تعليم العلوم يتطلب منهجا جديدا في التعليم لا يقتصر على الإهتمام بالتدريب التقني فقط ولكن يهتم أن يستمر الطلاب بتقدير للعلم كقوة ثقافية. وبذلك لم يكن طرح هيرد إلا محاولة واسعة لتعريف التنور العلمي كمعرفة للعلوم و للمشروع العلمي، وخصوصا في سياق الأهمية الإستراتيجية الجديدة للعلم في المجتمع.

ومع تطور وتوسع دور العلم والتكنولوجيا في المجتمع ظهرت تعريفات متسقة للتنور من قبل المشاريع الحديثة التي جاءت نتيجة لحركة إصلاح تعليم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا المعاصرة ، مثل مشروع 2061 العلم لجميع الأمريكيين ((Science for all American(SFAA) الذي عرف سمات المتنور علميا على النحو التالي:

1) أن يألف الفرد العالم الطبيعي ويحترم وحدته.
2) الوعي ببعض الوسائل الهامة التيت بها الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا على بعضهم البعض.
3) فهم المفاهيم المفتاحية والمبادئ العلمية.
4) تطوير مهارات التفكير العلمي.
5) معرفة أن العلم والرياضيات والتكنولوجيا هي مشاريع إنسانية لها محدداتها.
6) القدرة على استخدام المعرفة وطرق التفكير لأغراض شخصية (AAAS,1989; AAAS,1993).

ويبدو التزام هذه النظرة للتنور العلمي بالنظرة الاجتماعية والمسؤولية الديمقراطية.
وقد جاء مشروع المجال، التسلسل والتنسيق(Scope,Sequence &Coordination) (SS&C)، الذي قدمته الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم(NSTA) ، منسجما مع مشروع 2061 بالدعوة إلى تطوير تعليم العلوم لتمكين الطلبة من الاستفادة من العلوم المدرسية للوصول إلى مستوى مناسب من التنور العلمي (Eisenhart & others, 1996)

ويعرف هيرد (Hurd,1984)التنور العلمي كما جاء في (Harbali,2000) على أنه "المعرفة والمهارات العقلية الضرورية للفرد لصنع القرارات المسؤولة أو لاتخاذ إجراء عرفاني في مواقف تتطلب فهما للعلوم وللتكنولوجيا".وفي كتابات حديثة له(Hurd,1998)، يرى أن المتنور علميا يمتلك القدرات التالية:

1- تبين الخبراء من المبتدئيين,النظرية من الاعتقاد،والبيانات من الخرافة.
2- تمييز أن كل جانب من حياة الفرد ، تقريبا، يتأثر بالعلم والتكنولوجيا، وأن الاقتصاد العالمي يعتمد على تقدمهما .
3- إدراك أن للعلم أبعادا في التفسيرات السياسية ، والقانونية، والأخلاقية .
4- استخدام المعرفة العلمية لصنع قرارات شخصية واجتماعية ،وتعرف المخاطر والحدود والاحتمالات في هذه القرارات.
5- التمييز بين العلم وشبه العلم.
6- معرفة أن العلم قد يقدم أكثر من إجابة صحيحة للمشكلات اليومية، خصوصا تلك المتضمنة إجراءات أخلاقية،أو قانونية،أو سياسية.
7- تمييز متى لا يمكن استدلال العلاقة بين السبب والنتيجة ،ومتى لا يمتلك الفرد البيانات الكافية لصنع القرار العقلاني.
8- الأخذ بعين الاعتبار الحاجة الى معرفة متكاملة من حقول المعرفة المختلفة لحل المشكلات ذات الطبيعة العلمية – الاجتماعية والشخصية – المدنية.

وبصياغة أخرى على الفرد أن يمتلك القدرة على تمييز الدليل من المقولة ،والاحتمالات من التأكيدات، المعتقدات العقلانية والحقائق من الخرافات والأساطير، المعقول من غير المعقول، الملاحظة من الاستدلال، المعرفة من الرأي والانطباعات،الواقع من التصور، النظرية من الاعتقاد(Boujaoude,1998)ووفق برنامج (OECD) للتقييم العالمي للطلبة فإنه لتقييم التنور العلمي لا بد من قياس الأبعاد الثلاثة التالية:

- المعرفة العلمية اللازمة لتحديد الأسئلة حول العالم الطبيعي واشتقاق الاستنتاجات القائمة على الدليل لفهمه ولاتخاذ القرارات حوله وحول التغييرات التي يحدثها النشاط الإنساني فيه
– عمليات العلم (تمييز الأسئلة العلمية،اشتقاق الاستنتاجات والربط بينها، إظهار الفهم للمعرفة العلمية)
- المواقف العلمية المشتقة من حياة الناس اليومية (PISA,2003)

كما عرف المتنور علميا، مؤخرا، من قبل مشروع نافيلد(Nuffield21st Century Science) للقرن الواحد والعشرين، على أنه"القادر على :

1- تقدير وفهم تأثير العلم والتكنولوجيا في الحياة اليومية للإنسان
2- اتخاذ قرارات شخصية قائمة على المعرفة حول الأمور ذات الصلة بالعلم
3- قراءة وفهم النقاط الأساسية في التقارير العلمية بصورة ناقدة
(Nuffield Curriculum Center,2003)

وفي ضوء التعريفات أعلاه وتلك التي قدمها الأدب التربوي في مراحل مختلفة، يمكن التوصل إلى أن السمات المشتركة للمتنور علميا هي: القدرة على فهم كل من طبيعة العلم والمعرفة العلمية والعمليات العلمية وتطبيقها في التفاعل مع جوانب العالم، بطريقة متسقة مع القيم التي ينطوي عليها العلم، وعلى فهم وتقدير العلاقة المتبادلة بين العلم والتكنولوجيا المجتمع ،وعلى استخدام فهمه للمشاركة في حل المشكلات واتخاذ القرارات التي تخصه والمجتمع. أضف إلى ذلك أن المتنور علميا يطور نظرة أكثر ثراءً وإرضاءً لحياته.
(DeBoer,2000;Laugkch,2000;Hurd,1998;PIZA,2003;Nuffield Curriculum Center,2003).

وبناء عليه تتبنى الدراسة الحالية تعريف ميلر (Miller, 1983) للتنور العلمي والمؤلف من الأبعاد الثلاثة :

1- فهم طبيعة العلم.
2- معرفة المحتوى المعرفي للعلم.
3- فهم العلاقة بين العلم والتكنولوجيا و المجتمع

وذلك لكونه يتفق وخلاصة السمات المشتركة للمتنور علميا ،ولكونه ،يعد إطارا، لاقى نجاحا كبيرا في تشكيل قاعدة لدراسات عالمية عديدة اعتبرت ذات فائدة في تقديم رؤى جديدة لمستوى فهم العامة للعلم (Public Understanding) (Laughch&Spargo,1996).

وبمراجعة العديد من الدراسات التي تصدت لتقييم التنور العلمي العام وفي كل بعد من أبعاده بصورة منفردة ، ويتضح ، أن المستوى العام للتنور العلمي لدى المواطنين في كثير من البلدان المتقدمة والنامية أدنى من المستوى المطلوب (Jenkin,1994;Prime,1998;Boujaude,1998 ؛السايح، 1987؛أمين،1987؛الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس , 1990 )،وأنه يتأثر بالتخصص ولصالح التخصص العلمي (مصطفى،1990 ;Laugksch & Spargo, 1996,1999) ولا يتأثر بالجنس في بعد فهم طبيعة العلم & Cannon,; ( Zuzovsky,1997 Jinks,1992 )،كما أن المستوى العام لعينة من معلمي العلوم في التنور العلمي كان منخفضا (فراج، 1992 ). ولا توجد دراسات فلسطينية ،بحسب علم الباحثة،تصدت لتقييم في التنور العلمي العام للمعلم. كما يلاحظ أن الطلاب لا يمتلكون فهما ملائما لطبيعة العلم والمعرفة العلمية ولعمل العلماء. (NASTA,1982,1992;Aikenhead,1973;Ruba&Anderson,1987;Lederman&Mally,1990;M eichtry,1993) وكشف البعض الآخر عن أن معلمي العلوم، قبل وفي أثناء الخدمة، لا يملكون الفهم الملائم لطبيعة العلم (المحتسب،1994، 1984 ;Gallgher,1991;Lederman,1992) .

ويتبين أن الطلبة لا يمتلكون مستوى مقبول من المعرفة العلمية ( مصطفى،1990) وأن الطلبة يحملون مفاهيم بديلة في مختلف المواضيع العلمية التي يدرسونها ;Taber,1995;Zoller,1990;Anderson, 1990 Happs,1985 ؛الخالدي،1997) وكذلك معلمو العلوم في فلسطين (برنامج تأهيل معلمي العلوم،2001). وفي دراسة محلية للمحتسب (المحتسب ،2003) تبين أن طلبة الصف التاسع الأساسي يحملون وجهات نظر غير ملائمة حول العلم والتكنولوجيا والمجتمع.

**هدف الدراسة وأسئلتها :**

تهدف هذه الدراسة إلى الكشف عن مستوى التنور العلمي لدى طلبة الصف الحادي عشر في محافظة القدس، لمقارنته مع المستويات المقاسية في البلدان العربية والأجنبية، وللوقوف على مدى كفاية التربية العلمية في المدارس الفلسطينية في تلبية متطلبات التنور العلمي.

وتحاول الدراسة الحالية الإجابة عن السؤالين التاليين:

1- هل يختلف مستوى التنور العلمي العام لطلبة الصف الحادي عشر بحسب متغيرات الجنس،التخصص، والسلطة المشرفة؟

2- هل يختلف مستوى التنور العلمي لدى طلبة الصف الحادي عشر في كل بعد من أبعاد التنور العلمي الثلاثة بحسب متغيرات الجنس،التخصص،والسلطة المشرفة ؟

**مجتمع الدراسة وعينتها :**

تكون مجتمع الدراسة من جميع طلبة الصف الحادي عشر في مدينة القدس وضواحيها بفروعه الثلاثة (الأدبي العلمي، والمهني) الملتحقون بالمدارس الحكومية(التابعة للسلطة الفلسطينية) وبالمدارس الخاصة وبمدارس المعارف الإسرائيلية للعام الدراسي 2001-2002 والبالغ عددهم 2955 طالب وطالبة موزعين على 51 مدرسة. وقد تم اختيار عينة الدراسة عشوائيا المؤلفة من 366 طالبا وطالبة من طلبة 16 مدرسة اختيرت بالطريقة العشوائية الطبقية من أصل 51 مدرسة. وشكلت عينة الدراسة ما يقارب 12% من خلايا مجتمع الدراسة الممثلة لمتغيرات الدراسة (الجنس والتخصص والسلطة المشرفة).

أداة الدراسة:

طورت أداة الدراسة الحالية عن اختبار التنور العلمي الأساسي (TBSL) الذي تم إعداده من قبل كلا من الباحثين لوكش وسبارغو (Laugksch & Spargo,1996) والمكون من 110 فقرات،والذي أعد بالاعتماد على تقرير الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS,1989)، الذي صدر تحت "عنوان العلم لجميع الأمريكيين" .وبناء على اقتراحات مجموعة من المحكمين ،وعلى نتائج ثبات الاختبار الذي

بلغ 0.79 باستخدام معادلة كرونباخ ألفا و0.80 باستخدام معامل ارتباط بيرسون ,تكون الاختبار، المطور لأغراض الدراسة، بصورته النهائية من 60 فقرة .

**تصميم الدراسة والمعالجة الإحصائية:**

تعد هذه الدراسة من الدراسات المسحية حيث تسعى لقياس مستوى التنور العلمي العام وفي كل بعد من أبعاده الثلاثة بحسب متغيرات المستوى الدراسي (الصف العاشر والصف الثاني عشر ) الجنس والتخصص (علمي ،أدبي ، مهني). وقد استخدم كل من اختبار تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA) وتحليل التباين الثلاثي (Three Way ANOVA) للإجابة عن سؤالي الدراسة.

**إجراءات الدراسة:**

تم تطبيق الدراسة خلال شهر أيار من عام 2002 ،حيث خصص 50 دقيقة للإجابة على الأسئلة. وتم تصحيح الاختبار بإعطاء علامة على الإجابة الصحيحة وصفرا على الإجابة الخطأ أو لا أعرف حيث بلغت العلامة النهائية 60 علامة . وبالرجوع إلى العلامات المحك التي اقترحها مجموعة من الخبراء في العلوم ،وتدريس العلوم ،والطب،والهندسة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات ، وتلك التي اعتمدها لوغش وسبارغو معدي الاختبار الأصليTBSL، تم التوصل إلى اعتبار من يحصل على العلامة(60%)، كحد أدنى،على الاختبار ككل وعلى كل من أبعاده الثلاثة، متنورا علميا.

**تحليل النتائج ومناقشتها:**

يبين الجدول رقم (1) نتائج المتوسطات والانحرافات المعيارية لاستجابات العينة على المقياس الكلي للتنور العلمي وعلى فقرات كل من الأبعاد الثلاثة للتنور بحسب متغيرات الدراسة.

الجدول (1)

نتائج المتوسطات والانحرافات المعيارية لاستجابات العينة على المقياس الكلي للتنور العلمي وعلى فقرات كل من الأبعاد الثلاثة للتنور بحسب متغيرات الدراسة

| بعدالتنور / المتغير | التنور العام | | | فهم طبيعة العلم | | | معرفة المحتوى العلمي | | | العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | العدد | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | العدد | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | العدد | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | العدد | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
| *الجنس | | | | | | | | | | | | |
| ذكر | 154 | 0.60 | 0.12 | 154 | 0.54 | 0.17 | 154 | 0.60 | 0.12 | 154 | 0.68 | 0.21 |
| أنثى | 212 | 0.63 | 0.12 | 212 | 0.56 | 0.17 | 212 | 0.64 | 0.13 | 212 | 0.65 | 0.22 |
| المجموع | 366 | 0.62 | | 366 | 0.55 | | 366 | 0.62 | | 366 | 0.64 | |
| *التخصص | | | | | | | | | | | | |
| علمي | 103 | 0.70 | 0.10 | 103 | 0.65 | 0.17 | 103 | 0.71 | 0.10 | 103 | 0.77 | 0.20 |
| أدبي | 190 | 0.59 | 0.11 | 190 | 0.51 | 0.17 | 190 | 0.61 | 0.13 | 190 | 0.62 | 0.23 |
| مهني | 73 | 0.56 | 0.10 | 73 | 0.52 | 0.16 | 73 | 0.56 | 0.11 | 73 | 0.62 | 0.19 |
| المجموع | 366 | 0.62 | | 366 | 0.55 | | 366 | 0.62 | | 366 | 0.64 | |
| *السلطة المشرفة | | | | | | | | | | | | |
| حكومة | 202 | 0.61 | 0.11 | 202 | 0.52 | 0.17 | 202 | 0.62 | 0.13 | 202 | 0.64 | 0.22 |
| خاصة | 71 | 0.66 | 0.12 | 71 | 0.61 | 0.14 | 71 | 0.66 | 0.13 | 71 | 0.73 | 0.24 |
| معارف | 93 | 0.61 | 0.13 | 93 | 0.54 | 0.18 | 93 | 0.61 | 0.14 | 93 | 0.57 | 0.19 |
| المجموع | 366 | 0.62 | | 366 | 0.55 | | 366 | 0.62 | | 366 | 0.64 | |

ويبين الجدول رقم (2) نتائج تحليل التباين الثلاثي لعينة الدراسة حسب الجنس والتخصص والسلطة المشرفة

جدول رقم (2)
نتائج تحليل التباين الثلاثي لعينة الدراسة حسب الجنس والتخصص والسلطة المشرفة

| مصدر التباين | درجات الحرية | مجموع المربعات | متوسط مجموع المربعات | قيمة F | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|
| الجنس×السلطة | 2 | .0.10 | 0.18 | 9.82 | 0.00 |
| الجنس×التخصص | 2 | 0.02 | 0.05 | 2.29 | 0.103 |
| السلطة×التخصص | 4 | .0.03 | 0.01 | 0.28 | 0.892 |
| الجنس×السلطة× التخصص | 4 | 0.04 | 0.04 | 1.08 | 0.355 |
| المجموع | 366 | | | | |

كما يبين الجدول رقم (3) نتائج تحليل التباين الأحادي لمتوسطات العينة في التنور العلمي العام وفي كل من الأبعاد الثلاثة حسب متغيرات الجنس والتخصص والسلطة المشرفة.

الجدول(3)
نتائج تحليل التباين الأحادي لمتوسطات العينة في التنور العلمي العام وفي كل من الأبعاد الثلاثة حسب متغيرات الجنس والتخصص والسلطة المشرفة

| بعد التنور / مصدر التباين / التباين | التنور العام | | | | | فهم طبيعه العلم | | | | | معرفه المحتوى العلمي | | | | | العلاقه بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | درجات الحرية | مجموع المربعات | متوسط مجموع المربعات | قيمة F | مستوى الدلالة | درجات الحرية | مجموع المربعات | متوسط مجموع المربعات | قيمة F | مستوى الدلالة | درجات الحرية | مجموع المربعات | متوسط مجموع المربعات | قيمة F | مستوى الدلالة | درجات الحرية | مجموع المربعات | متوسط مجموع المربعات | قيمة F | مستوى الدلالة |
| *الجنس بين المجموعات | 1 | 0.062 | 0.062 | 4.4 | 0.037 | 1 | 0.04 | 0.04 | 1.2 | 0.28 | 1 | 0.16 | 0.16 | 9.24 | 0.03 | 1 | 0.14 | 0.14 | 2.8 | 0.09 |
| داخل المجموعات | 364 | 5.1 | 0.014 | - | - | 364 | 11.1 | 0.031 | - | - | 364 | 6.1 | 0.017 | - | - | 364 | 17.7 | 0.05 | - | - |
| المجموع | 365 | 5.162 | - | - | - | 365 | 11.14 | - | - | - | 365 | 6.26 | - | - | - | 365 | 17.8 | - | - | - |
| *التخصص بين المجموعات | 2 | 1.2 | 0.56 | 49.46 | 0.00 | 2 | 1.06 | 0.53 | 19.3 | 0.00 | 2 | 1.1 | 0.55 | 39.3 | 0.00 | 2 | 1.56 | 0.78 | 17.4 | 0.00 |
| داخل المجموعات | 363 | 4.12 | 0.0113 | - | - | 363 | 10.0 | 0.27 | - | - | 363 | 5.12 | 0.014 | - | - | 363 | 16.3 | 0.045 | - | - |
| المجموع | 365 | 5.24 | - | - | - | 365 | 11.06 | - | - | - | 365 | 6.22 | - | - | - | 365 | 17.9 | - | - | - |
| *السلطه المشرفة بين المجموعات | | 0.14 | 0.07 | 5.12 | 0.006 | 2 | 0.34 | 0.17 | 5.9 | 0.03 | 2 | 0.08 | 0.04 | 2.4 | 0.09 | 2 | 0.39 | 0.195 | 4.08 | 0.01 |
| داخل المجموعات | 363 | 10.5 | 0.014 | - | - | 363 | 10.66 | 0.03 | - | - | 363 | 6.16 | 0.017 | - | - | 363 | 17.5 | 0.048 | - | - |
| المجموع | 365 | 5.24 | - | - | - | 365 | 11.0 | - | - | - | 365 | 6.24 | - | - | - | 365 | 17.9 | - | - | - |

الجدول(3)
نتائج تحليل التباين الثلاثي لفحص أثر متغيرات جنس الطالب وتخصصه والسلطة المشرفة على تنوره العلمي العام

| مصدر التباين | درجات الحرية | مجموع المربعات | متوسط مجموع المربعات | قيمة F | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|
| الجنس×السلطة | 2 | .0.10 | 0.18 | 9.82 | 0.00 |
| الجنس×التخصص | 2 | 0.02 | 0.05 | 2.29 | 0.103 |
| السلطة×التخصص | 4 | .0.03 | 0.01 | 0.28 | 0.892 |
| الجنس×السلطة× التخصص | 4 | 0.04 | 0.04 | 1.08 | 0.355 |
| المجموع | 366 | | | | |

يظهر من الجدول رقم (1) أن متوسطات استجابات أفراد العينة على المقياس الكلي للتنور العلمي وعلى فقرات كل من بعدي معرفة المحتوى العلمي وفهم العلاقة بين العلوم والتكنولوجيا والمجتمع أعلى من العلامة المحك(60%) ، بينما كانت دونها في بعد فهم طبيعة العلم .مما يدل على أن مستوى التنور العلمي العام للطلبة ،وكذلك مستوى تنورهم في بعدي المعرفة العلمية وفهم بين العلوم والتكنولوجيا والمجتمع ، مقبولا ،مقارنة مع المستويات المتدنية التي توصلت إليها نتائج الدراسات العربية والعالمية المشار إليها سابقا. أما مستوى فهم أفراد العينة لطبيعة العلم فيعد متدنيا ،ومنسجما مع ما توصلت إليه دراسات عديدة(Lederman&Mally,1990;lederman,1992;Meichtry,1993) .

ويمكن تفسير هذه النتائج، بالرجوع إلى مدى استيفاء التربية العلمية في جانبي : مناهج العلوم ومعلميها، لمتطلبات التنور العلمي، باعتبارهما، مصدرين أساسيين له. فمناهج العلوم ، كما كشفت نتائج تحليل الخالدي (الخالدي،2002) للكتب الدراسية ولأهداف تعليم العلوم العامة والخاصة في المرحلة الأساسية،عن أن مناهج العلوم الفلسطينية الجديدة، كما سابقتها، تفتقر إلى التوازن في متطلبات التنور العلمي ،وذلك على نحو متفق مع نتائج دراسات مماثلة ( Chiapetta,1991,1993;Harbali,2ooo; Boujaoude,2000.). كما وجد الخالدي أن الكتب الدراسية المقررة التي أخضعت للتحليل، وعلى نحو مخالف لما جاء في الأهداف العامة لتدريس العلوم العامة للمرحلة الأساسية ،تضع تركيزا كبيرا للمعرفة العلمية ( 74.9% - 83.9%) في فقراتها، وللطبيعة الاستقصائية للعلوم (74.1%) في أنشطتها ، وللمعرفة العلميـة (58.6%) وللعلوم كطريقة للتفكير (25.1%) فقط في أسئلتها، وأن هناك إهمالاً كبيراً لتفاعلات العلوم والتكنولوجيا والمجتمع كأحد أوجه الثقافة العلمية. وفي تحليل لكل من كتب الأحياء والعلوم للمرحلة الأساسية في الأردن، والتي تدرس في فلسطين، وجد أن محتواها يظهر اهتمام أكبر للطبيعة المعرفية للعلم ،وتقدم صورة غير ملائمة لطبيعة كل من المعرفة والطريقة العلمية (الشديفات،1997؛عرار،2000) .

أما بالنسبة لمعلم العلوم فقد أظهرت نتائج الدراسة الوحيدة محليا،يحسب علم الباحثة، التي بحثت في فهم المعلم الفلسطيني لطبيعة العلم، أن نسبة مرتفعة من المعلمين يحملون أفكار تقليدية عن المعرفة العلمية، تتمثل في الاعتقاد بأن المعرفة تراكمية، وبأنها تتولد وفق النموذج الاستقرائي (Hashweh,1996) إضافة، إلى أنه ومن ملاحظات الباحثة، في أثناء تدريس موضوع فلسفة العلم ضمن مساقات أساليب تدريس العلوم لمعلمي العلوم الملتحقين في برنامج دبلوم التربية في جامعة بيرزيت، يستدل على ضعف عام لدى المعلمين الملتحقين في فهم طبيعة المعرفة العلمية وطرق تولدها وتقدمها، والجانب الاجتماعي للعلم.

لذا يبدو أن لكل من :تدني فهم المعلم لطبيعة العلم، واعتماده المفرط على الكتاب المقرر، ،وشيوع النمط التقليدي في التدريس، المتمركز حول المعرفة وإهمال للجانب العملي التجريبي، انعكاسات على تعلم الطلبة، ظهرت في تحصيلهم المقبول للمعرفة العلمية وتدني مستوى فهمهم لطبيعة العلم. وبالنظر إلى إهمال كتب العلوم لتفاعلات العلوم والتكنولوجيا والمجتمع، يمكن رد النتيجة المقبولة في هذا البعد جزئيا، إلى مصادر أخرى للتنور كوسائل الإعلام، وشبكات الاتصال، والخبرات الحياتية.

كما يظهر من الجدول رقم (2،3) وجود فروق دالة إحصائيا على مستوى $0.05 \geq \alpha$ في مستوى التنور العام وفي بعد معرفة المحتوى العلمي يعزى للجنس ولصالح الإناث، وفي كل من مستوى التنور العام وأبعاده الثلاثة، يعزى للتخصص ولصالح طلبة التخصص العلمي، وفي كل من المستوى العام للتنور وفي بعد فهم طبيعة

العلم يعزى للسلطة المشرفة ولصالح طلبة المدارس الخاصة،وفي المستوى العام للتنور يعزى للتفاعل بين الجنس والسلطة المشرفة. ولم تظهر النتائج فروقا دالة إحصائيا على مستوى $0.05 \geq \alpha$ في مستوى كل من:التنور العام يعزى للتفاعل بين كل من الجنس والتخصص، التخصص والسلطة المشرفة، الجنس والتخصص والسلطة المشرفة، وفي بعد فهم طبيعة العلم يعزى للجنس، وفي بعد معرفة المحتوى العلمي يعزى للسلطة المشرفة، وفي بعد العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع تعزى للجنس أو السلطة المشرفة.

ويمكن تفسير تفوق الإناث إلى انتظامهن الدراسي مقارنة بالذكور،نظرا للظروف السياسية والاقتصادية السائدة،أضف إلى ذلك أن الطالبات الملتحقات بالتخصص العلمي ،على وجه الخصوص،هن، أساسا، الأكثر تفوقا دراسيا، وتفوق طلبة التخصص العلمي إلى كثافة المساقات العلمية التي يدرسونها مقارنة بالتخصصين الآخرين، وتفوق طلبة المدارس الخاصة (مدارس طوائف ومدارس ذات أنظمة تعليمية أجنبية) إلى الاهتمام الأكبر الذي تولية للتدريس، مقارنة بالمدارس الحكومية ،التي تحد ظروف الاحتلال من إشراف وزارة التربية والتعليم الفلسطيني على أداءه، وبمدارس المعارف التي لا تلقى اهتماما كافيا في مناهجها وفي الحرص على كفاية معلميها،مقارنة بمدارس الأحياء اليهودية. ويبدو أن التدني في أداء طلبة التخصصين الأدبي والمهني على المقياس الكلي للتنور، أدى لظهور أثر للتفاعل بين الجنس والسلطة المشرفة، فقط في مستوى التنور العام .

ويمكن أن نخلص إلى أن التربية العلمية في عنصريها: معلم العلوم ،من جهة، ومنهاج العلوم الفلسطيني، من جهة أخرى ،ساهما في اكتساب الطلبة لمستوى مقبول من التنور العلمي العام، ولكن بدرجة غير متوازنة في أبعاده المنفصلة.وعليه يجدر بمطوري مناهج العلوم إعداد محتواها بصورة متسقة مع أهدافها المعلنة، وبمعدي برامج إعداد معلم العلوم ، في جانبيها الأكاديمي العلمي والتربوي، الأخذ بهدف التنور العلمي بأبعاده المختلفة في هذه البرامج لإعداد معلمين قادرين على مساعدة طلبتهم في تحقيق هذا الهدف من خلال الإهتمام بإظهار طبيعة العلم، وبالمفاهيم العلمية الأساسية، والعلاقات المتبادلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع ، باستخدام استرتيجيات تدريس واعده في هذا الصدد،كتلك القائمة على توجه العلوم والتكنولوجيا والمجتمع ( STS ) (المحتسب،2003)

أضف إلى ذلك الأهمية التي يجب أن يوليها القائمين على مصادر التنور العلمي غير النظامية، من مثل، معدي البرامج العلمية في وسائل الإعلام المطبوعة، والمسموعة المرئية وشبكات الإتصال العالمية ( الانترنت) لتقديمها بصورة تثير دافعية المواطن من خلال إظهار أهمية محتواهافي حياتهم ،وارتباطه الوثيق باحتياجاتهم.

## قائمة المراجع العربية :


أمين،محمد السيد(1987)، أثر مناهج العلوم في المدرسة الإعدادية على استيفاء عناصر الثقافة العلمية، رسالة ماجستير غير منشورة ،جامعة القاهرة-مصر.

برنامج تأهيل المعلمين (2001)، ،المفاهيم البديلة لدى معلمي العلوم، وزارة التربية والتعليم الفلسطينية ،رام الله.

الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس (1990)،مستويات التنور لدى الطلاب المعلمين في مصر ،دراسة مسحية،المؤتمر العلمي الثاني :أعداد المعلم (التراكمات والتحديات)،الإسكندرية.

الخالدي، موسى (1997)، المفاهيم البديلة التي يحملها طلبة الصف الحادي عشر العلمي حول موضوع الروابط الكيماوية،رسالة ماجستير غير منشورة ،كلية التربية ،جامعة بيرزيت.

الخالدي ،موسى(2002)، الثقافة العلمية في مناهج العلوم الفلسطينية الجديدة : دراسة تحليلية نقدية ، مركز القطان للبحث والتطوير التربوي،رام الله،فلسطين.

السايح ،محمد (1987)، تطوير منهج علم الأحياء بالمدرسة الثانوية العامة على ضوء متطلبات الثقافة البيولوجية،رسالة دكتوراه غير منشورة ،كلية التربية، جامعة عين شمس

عرار ، صاره (2000)، صورة العلم قي كتب العلوم المدرسية لمرحلة التعليم الأساسي(سابع – عاشر) في الأردن ومدى مطابقتها للنظرة المعاصرة، رسالة ماجستير غير منشورة ،الجامعة الأردنية -عمان.

الشديفات، صالح (1997)،تقييم كتب الأحياء للصفوف التاسع والعاشر الأساسية والأول الثانوي العلمي في الأردن، رسالة ماجستير غير منشورة ،جامعة اليرموك،الأردن.

فراج،محسن حامد(1992)،علاقة مستوى التنور العلمي لمعلم العلوم بالتحصيل الدراسي والتفكير العلمي لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، رسالة ماجستير غير منشورة،كلية التربية، جامعة عين شمس.

المحتسب، سمية(1984)، أثر فهم المعلم لطبيعة العلم وسمات شخصيته واتجاهاته العلمية على اتجاهات الطلاب العلمية،رسالة ماجستير غير منشورة ،الجامعة الأردنية -عمان.

المحتسب، سمية (1994)،برنامج مقترح لمعلمي العلوم في مرحلة التعليم الأساسي بالأردن لتحسين أداءهم الصفي في ضوء فهمهم لطبيعة العلم وعملياته.رسالة دكتوراه غير منشورة،جامعة عين شمس.

المحتسب ،سمية(2003)، فاعلية تعليم العلوم بتوجه العلوم -التكنولوجيا-المجتمع (STS) في اكتساب الطلاب لمتطلبات التنور العلمي ، مجلة العلوم التربوية والنفسية(قيد النشر)، البحرين .
مصطفى ،مصطفى(1990)،مستوى الجانب المعرفي للثقافة العلمية لدى طلبة المرحلة الثانوية الصناعية في الأردن،رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، الأردن.

## قائمة المراجع الأجنبية:

American Association for the Advancement of Science. (1989).Science for all Americans. Washington, DC: Author.

American Association for the Advancement of Science (AAAS)(1993). Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press.
Aikenhead,G.(1973).The Measurement of High School Student's
Knowledge about Science of Scientists. Science Education,57(4), 539-549.

Aikenhead,G.S., & Rayan, A.G.(1992). The development of
Anew instrument:" Views On Science Technology-Society"(VOSTS). Science Education, 76(s):477-491.

Anderson,B.(1990).Pupils' Conception of Mass and its Transformation (age 12-16). Studies in Science Education, 18, 53-85 .

Boujoaude,s.(1998).Scientific Literacy In The Context Of The New Lebanese Science Curriculum. Paper Presented At The Conference On Science, Technology& Society ,AUB.

Cannon, J. R., & Jinks, J. (1992). A Cultural Literacy Approach To Assessing Scientific Literacy. School Science And Mathematics, 92(4):196-200.

Chiapetta,E.L.,Sethna,G.H.,&Fillman,D.A.(1991).A quantitative Analysis of High School Chemistry Textbooks for Scientific Literacy Themes and Expository Learning Aids. Journal of Research in Science Teaching ,28(10):939- 951.

Chiapetta,E.L.,Sethna,G.H.,&Fillman,D.A.(1991).Do Middle School Life Science Textbooks Provide a Balance of Scientific Literacy Themes. Journal of Research in Science Teaching,30(7):787- 797.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another look at Its Relationship to Science Education Reform. Journal of Research in Science Teaching ,37(6):582-601

Eisnhart,M.;Finkel,E.;Marion,S.(1996).Creating the Conditions for Scientific Literacy: A re-examination. American Educational Research Journal,33,261-295.

Gallagher, J. J. (1991).Prospective and Practicing Secondary School Science Teacher's Knowledge and Beliefs about The Philosophy of Science. Science Education, 75(1),121-133.

Happs, J. (1985). Cognitive learning theory and classroom complexity. Research in Science and Technology Education, 3:157-174.

Harbali,A.B.(2000).Content Analyses OF Grade 7&10 Science Text Books of the New Lebanese Science Curriculum for scientific Literacy ,MA Theses ,AUB .Beirut.

Hashweh,M.(1996).Palestinians ' Science Teacher Epistemological Beliefs A preliminary Survey, Research in Science Education,26(1):89-102.

Hurd, P. (1958). Science Literacy: Its Meanings for the American School, Educational Leadership, 16:13-16,52.
Hurd,P.(1998).New Minds for A changing World Science Education,82,407-416.
Jenkins,E.W. (1994). Scientific Literacy and School Science Education. School Science Review 71(256),43-51.64(7),27-31.

Kobala,T.Kemp.,&Evans,R.(1997).The Spectrum of Scientific Literacy: An In-Depth Look at What Means To Be Scientifically Literate. The Science Teacher,64(7), 27 – 31.

Laugksch ,R. C.(2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview .Science Eduction,84,71-94.

Laugksch ,R. C. (2000).The Differential Role of Physical Science and Biology in Achieving in Scientific Literacy in South Africa -A Possible Explanation. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (New Orleans, Los Anglos).

Laugksch,R. C., & Spargo, P.E. (1999),Scientific Literacy of Selected South African Matriculates Entering Tertiary Education :A baseline Survey .South African ,Journal of Science ,95(10),427-432.

Laugksch, R.C., & Spargo, P.E. (1996). Development of a Pool of Scientific Literacy Test Items Based on Selected AAAS Literacy Goals. Science Education, 80(2):-121 134 .

Lederman, N.G. (1992). Students and Teachers' conception of the nature of science: A Review of the research. Journal of Research in Science Teaching, 29(4) .331-359

Meichtry,Y.T.(1993).The Impact of Science Curricula on Student Views about the nature of Science. Journal of Research in Science Teching,30(5):429-443.

Miller JD.(1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review.Daedalus,112(2):29-48.

National Science Teacher Association (1982). The NSTA Position on Curriculum Development in Science .The Science Teacher,29(9):32-37.

National Science Teacher Association (1992). Scope, Sequence, and Coordination Of Secondary School Science, Washington DC: Author .
National Research Council [NRC](1996).National Science Education standards .Wahington , DC: National Academy Press .

Nuffeld Curriculum Center, University of York Science Education Group.(2003).21st CenturyScience,Author.
PISA,OECD.(2003). Home Scientific Literacy, Author.
WWW.PISA.com,OECD,Septemper, 2003.

Prime,G.(1998).Looking at Capacity Building in Science from the perspective of a developing country. Studies in Science Education,31,102-11.

Ruba, P. A., & Anderson, H. O. (1987). Development of An Instrument to Assess Secondary School Students' Understanding of the Nature of Scientific Knowledge. Science Education,62 (4): 449-458.

Taber, K.(1995). Development of Student Understanding: A case study of stability and Liability in ognitive structure. Research in Science and Technological Education, 13(1): 89-99.

UNSCO(1994).The Project 2000+ Declaration.(Brochure),Paris, France: Author.
Zoller, U.(1990). Students' misunderstanding and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). Journal of Research in Science Teaching ,27(10):1053-1055.

Zuzovsky, R. (1997). Assessing Scientific and Technological Literacy among Sixth Grades in Israel. Studies in Educational Evaluation, 23(3): 231-256 .

**********

# أثر تدريس وحدة وفق مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS ) على التحصيل وعمليات العلم والاتجاهات لدى طلبة الصف الثاني الثانوي

خالد عمر أحمد عوض
جامعة العلوم والتكنولوجيا
كلية التربية - صنعاء
الجمهورية اليمنية

**مقدمة**

منذ بداية الستينات ركزت الكتب المدرسية وطرق التدريس على الإعداد الأكاديمي للطالب ليلتحق بالجامعة ؛ حيث كان الهدف الرئيسي هو إعداد العلماء والمهندسين .ولكنه لم يكن مناسباً لكل طلبة ما قبل الجامعة .ولقد تضاءلت اتجاهات الطلبة نحو العلوم بين الصفوف من الثالث إلى السابع الأساسي ، وتزايد التضاؤل بين الصف السابع والصف الحادي عشر . ( Mullis & Jenkins , 1988 )أما اليوم فلقد تأثرت الحياة بقوة الإنتاج العلمي والتكنولوجي ، وبالتالي فإنه أصبح من الضروري أن يعي الفرد جوانب التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع ، كما أكد ذلك المؤتمر العام الاستثنائي للمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بالخرطوم بقوله "إن عالم اليوم والغد هو عالم العلم والثقافة وما يرتبط بهما من منهج في التفكير على استخدام التكنولوجيا والقدرة على أخذ القرار ، والكفاءة في حل المشكلات، وفهم العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع "المنظمة العربية للثقافة والعلوم ،214 1979و يمكن اعتبار عقد الثمانينات هو عقد مراجعة الأهداف الرئيسية للتربية العلمية .وفي التسعينات امتدت الإصلاحات التربوية إلى التوسع أكثر في محتوى العلم ؛ حيث ربطت المفاهيم العلمية وعمليات العلم بسياقات معينة ، وكذلك أصبحت العلاقة بين العلم والتكنولوجيا بدلالة عمليات العلم من القوة بحيث لا يمكن الفصل بينهما ، ومشاركة الآخرين لتحقيق فهم حقيقي للعلوم . ويبدو أن حركة العلم والتكنولوجيا والمجتمع ( STS )تمتلك المبادرة الواعدة في حل الكثير من الأزمات الحالية .وينظر إليها كمدخل لتدريس العلوم في القضايا العلمية والتكنولوجية المتعلقة بالمجتمع .إنها حركة تركز على الأهداف الثلاثة الأولى لمشروع التوليف .إنه مدخل تدريسي يولي اهتماما خاصا بتنمية الاتجاهات نحو العلوم .لإعداد مواطنين مثقفين علمياً ليتعاملوا بمسؤولية مع عالم علمي وتكنولوجي متسارع قادرين على اتخاذ قرارات جماعية أو فردية .ويجعل الطلبة يركزون على القضايا أو نقاط حب الاستطلاع .و تعد محاولاتهم في اتخاذ قراراتهم من أفضل الوسائل لإعدادهم كمواطنين للحاضر والمستقبل .و يوفر سياقاً تظهر فيه الحاجة إلى المفاهيم العلمية والتكنولوجية وعمليات العلم . ( Yager, 1989 )ولقد وجد ( Voelker,1988)عدم تأثير المناهج الدراسية بشكل عام على التحصيل والاتجاهات ، وأن ( % 90 )من خريجي المدارس الثانوية لم يبدوا اهتماما بالعلم والتكنولوجيا .وبناءً على ذلك استنتج الآ تي:

"إذا أردنا بناء برنامج للعلوم مناسب لمواطن يعيش في مجتمع علمي وتكنولوجي ، فعلينا أن نزيد من الاهتمامات الحالية والمستقبلية للمواطن .ولا نستطيع أن نفترض أن المناهج التي تركز على المعرفة التقليدية ستقودنا إلى فهم القضايا العلمية التي تواجه المجتمع .ولا نستطيع أن نفترض أن المناهج التقليدية ستساعد طلابنا كمواطنين في تطبيق معرفتهم العلمية على هذه القضايا ) "ص . ( 79)

وفي دراسة أجراها (Yager & Penick , 1983 )فقد وصفا حالة المدارس بأنها في "خطر . " واستدلا على ذلك بما يلي :

1. لا تلبى مناهج العلوم الحالية ( % 90 )من حاجات الطلبة .
2. يركز كل معلمي العلوم تقريبا ( % 98 )على الإعداد الأكاديمي للطلبة ، أي ، إعدادهم للجامعة .
3. كل معلمي العلوم تقريبا ( %99 )يميلون إلى تدريس المواد المنفصلة .
4. ينفق أكثر من ( %90 )من معلمي العلوم ( %95 )من وقت الحصة في استخدام الكتب المدرسية .
5. يفتقر أكثر من ( %90 )من خريجي الثانوية إلى الثقافة العلمية والتكنولوجية .

"ويُعد مشروع التوليف ( Synthesis Project )واحداً من الجهود الكبيرة التي بذلت للتغلب على المشكلات السابقة . (Harm & Yager , 1981 , 5 ) "وتوصل المشروع إلى أربعة أهداف، وأصبحت معايير للحكم على مدى مناسبة المناهج الدراسية والطرق التعليمية المستخدمة .وقد تضمنت الأهداف الأربعة مايلي:
.1الحاجات الشخصية .2 .القضايا الاجتماعية .3 .التربية /الوعي المهني . 4 .الإعداد الأكاديمي .

وبشكل مواز لمشروع التوليف اختارت الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم في أمريكا ( NSTA , 1982) مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)كهدف للتربية العلمية في الثمانينات .وطالبت المعلمين والمدارس بإعداد الأفراد المثقفين علميا ؛ بحيث يفهمون العلاقة المتبادلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع ، وكيفية تأثير كل

منها على الآخر ، وأن يكونوا قادرين على استخدام هذه المعرفة في صنع القرار في حياتهم اليومية ، وعلى الاستمرار في طلب العلم والتفكير المنطقي ، وتقدير الآثار الإيجابية والسلبية للعلم والتكنولوجيا في المجتمع .

كما يوضح تقرير اليونسكو على أنه ينبغي أن يكون من أهداف التربية العلمية تنمية الشعور بالمسؤولية الاجتماعية ، وتوضيح كيفية التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع نبيل فضل. 1995

وأكدت الندوة الدولية الرابعة حول الاتجاهات العالمية في التربية العلمية والتكنولوجية ( IOSTE )التي عقدتها في ( Kiel )في ألمانيا في أغسطس عام 1987على أن مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع يجب أن يكون جزءاً في كل مقررات العلوم والتكنولوجيا . (Hofstein , Aikenhead & Riquarts , 1988)

كما يؤكد كل من بايرن وجونستون ( Byrne & Johnstone )على أن مدخل STSيولي اهتماماً كبيراً لتنمية الاتجاهات . (Byrn,1988 & Johnstone )إن الاتجاه السائد في التربية العلمية هو أن تكون ملائمة لوجهة نظر المتعلم في العالم من حوله ، وهذه إحدى القضايا التي يدرسها مدخل STS ( Mbajiorgu & Ali,2002 ) .وإن تنمية الاتجاهات لهو الهدف الرئيس من تدريس STS ( Aikenhead , 1999 ) .

وفي الخليج العربي بحثت ظاهرة تدني مستوى التحصيل في مادة الفيزياء في مؤتمر التعليم العالي في المملكة العربية السعودية بين الواقع والتطلعات (1992 )، في ندوة العلوم في جامعات دول الخليج العربي الواقع والآفاق المستقبلية ( 1995 )وأكدت النتائج في كلا المؤتمرين على تدني مستوى التحصيل في مادة الفيزياء ، وكان من التوصيات تبني طرق التدريس المؤدية إلى ارتفاع مستوى التحصيل الأكاديمي رسالة الخليج العربي. 1992

وفي اليمن أجريت دراسات الحدابي ، 1991؛ الحدابي وصفية الدعيس ، 1995؛ الحدابي ، 1996 أكدت على تدني مستوى التحصيل الدراسي للمفاهيم العلمية في الفيزياء والكيمياء والأحياء .وذلك من خلال نتائج امتحانات الشهادات العامة والمدرسية.

وقد أشارت عدة دراسات تقويمية إلى فعالية مدخل STSفي التحصيل موسى جابر ، 1990؛ Wiesenmayer & Rubba , 1990؛ Iskandar , 1991؛ Yu-Ling Lu , 1993؛ نعيمة حسن ، 1993؛ جمال الزعانين ، 1998؛ Yager & Weld , 1999؛ أحمد إبراهيم ، 2001؛ Ming-Yang , H . et . al , 2001 ) وكذا في عمليات العلم (Mackinnu , 1991; Iskandar , 1991 ; Yu-Ling Lu , 1993 ; Ming-Yang , H . et . al , 2001 ) وفي الاتجاهات (Mackinnu , 1991)؛ Iskandar , 1991؛ Pedersen , 1992؛ Yu-Ling Lu , 1993؛ جمال الزعانين . 1998.)

ولذلك فإن هذه الدراسة تهدف إلى المقارنة بين مدخل STS، والمدخل المعتاد ، من حيث التحصيل ، وعمليات العلم ، والاتجاهات نحو الفيزياء.

**أسئلة الدراسة :**

في ضوء ما تقدم ستحاول الدراسة الإجابة عن الأسئلة التالية:

. 1 هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسطات درجات التحصيل بين المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة تعزى إلى مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع ؟

. 2 هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسطات درجات التحصيل )التذكر –الاستيعاب –التطبيق (بين المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة تعزى إلى مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع ؟

. 3 هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسطات درجات عمليات العلم بين المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة تعزى إلى مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع ؟

. 4 هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسطات درجات الاتجاهات نحو الفيزياء بين المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة تعزى إلى مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع ؟

تصميم وإجراءات الدراسة :

**تصميم الدراسة :**

هدفت هذه الدراسة استقصاء أثر تدريس وحدة دراسية بعنوان (نقص الطاقة الكهربائية في المنزل) وفق مدخل STS على التحصيل وعمليات العلم والاتجاهات نحو الفيزياء لدى طلبة الصف الثاني الثانوي ، ولهذا فقد أختار الباحث تصميم القياس القبلي والقياس البعدي لكل من المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة العشوائية الاختيـار جابر عبد الحميد ، . ( 1999)

المتغير المستقل :في هذه الدراسة هو مدخل STS، مقابل المدخل المعتاد .

**المتغيرات التابعة** :
.1 التحصيل .
. 2 عمليات العلم .
. 3 الاتجاهات نحو الفيزياء

.

**مجموعة الدراسة** :
تم اختيار (75)طالباً في الصف الثاني الثانوي من مدرستي الصباح وسعد الثانويتين من أصل 265) (طالباً بمدينة الحديدة بصورة عشوائية عن طريق السحب بالقرعة ، ووزعوا عشوائياً إلى شعبتين منذ بداية العام الدراسي 2002 - 2003، وذلك بالاتفاق مع مديري المدرستين عند توزيع الطلبة على الشعب الدراسية
أدوات الدراسة :

لتحقيق أهداف الدراسة استخدم الباحث ثلاثة أنواع من الأدوات وهي
:أولاً -الاختبار التحصيلي ، ثانياً –مقياس عمليات العلم ، وهما من إعداد الباحث ، ثالثاً :قد تم تبني مقياس الاتجاهات نحو الفيزياء وهو من إعداد هزاع الحميدي .

أولاً :إعداد الاختبار التحصيلي :
يهدف إلى قياس تحصيل طلبة الصف الثاني الثانوي عينة البحث في المحتوى العلمي بمستوياته الثلاثة ) التذكر –الاستيعاب –التطبيق (المرتبط بالوحدة المقررة من كتاب الفيزياء المقرر في العام الدراسي – 2002 2003ويتكون في صورته النهائية من ( 27 ) فقرة موزعة كالتالي ( 10 ) :فقرات تذكر ، ( 9 ) فقرات استيعاب 8 فقرات تطبيق ، ولكل فقرة أربع بدائل بينها بديل واحد صحيح .ولمعرفة صدق المحتوى للاختبار تم بناء جدول المواصفات ليعكس موضوعات الوحدة الدراسية المقررة ، وأهدافها السلوكية .وللتأكد من صلاحية الاختبار للتطبيق فقد تم عرضه مع جدول المواصفات والأهداف السلوكية على مجموعة من المحكمين والمتخصصين في المجالين التربوي والأكاديمي ، لمعرفة مدى صلاحية وانتماء فقرات الاختبار إلى قائمة الأهداف السلوكية .وتم تعديل الاختبار في صورته النهائية حسب توجيهات المحكمين .ولحساب معامل التمييز ومعامل الصعوبة فقد أجرى الباحث الاختبار على عينة استطلاعية مكونة من ( 80 )طالباً من غير عينة البحث من طلبة الصف الثاني الثانوي في مدرسة الثورة الثانوية بمدينة الحديدة ، وتم استبعاد الفقرات التي لم تحقق المعدل المقبول إحصائياً بالنسبة لمعاملي التمييز والصعوبة أما بالنسبة لثبات الاختبار فقد تم حسابه باستخدام معامل ألفا كرونباخ لتعيين الاتساق الداخلي للاختبار ككل ، وكان معامل ثبات الاختبار . ( 0.71)وتم أيضاً حساب زمن الاختبار بأخذ متوسط زمن إجابات الطلبة فوجد أنه يساوي 45 دقيقة ، وبذلك أصبح الاختبار في صورته النهائية ، وأصبح صالحاً للاستخدام .

ثانياً :مقياس عمليات العلم :
يهدف إلى قياس مدى اكتساب طلبة الصف الثاني الثانوي علمي لبعض مهارات عمليات العلم الأساسية وهي :الملاحظة ، القياس ، استخدام الأرقام ، التنبؤ ، الاتصال ، وبعض عمليات العلم التكاملية وهي :ضبط المتغيرات ، تفسير البيانات ، فرض الفروض ، التجريب .
ولم يعتمد المقياس على وحدة دراسية بعينها بل على ما درسه الطالب في المراحل الدراسية السابقة .
يتكون المقياس في صورته النهائية من ( 29 ) فقرة موزعة كالتالي ( 4 ) :فقرات ملاحظة ، ( 3 ) فقرات استخدام أرقام ، ( 3 ) فقرات اتصال ، ( 4 ) فقرات قياس ، ( 4 ) تنبؤ ، ( 3 ) تفسير ، ( 2 ) ضبط متغيرات ، ( 3 )فرض فروض ، ( 3 )تجريب .ولكل فقرة أربع بدائل بينها بديل واحد صحيح .وللتأكد من صلاحية الاختبار للتطبيق تم اختبار صدقه وثباته .ولمعرفة صدق المقياس تم عرضه على مجموعة من المحكمين والمتخصصين في المجالين التربوي والأكاديمي لمعرفة مدى صلاحية وانتماء فقرات المقياس إلى مجالاتها ، وتم تعديل المقياس في صورته النهائية حسب تعديلات وتوجيهات المحكمين .ولحساب معامل التمييز ومعامل الصعوبة أجرى الباحث الاختبار على عينة استطلاعية من طلبة الصف الثاني الثانوي في مدرسة الثورة الثانوية بمدينة الحديدة ، وتم استبعاد الفقرات التي لم تحقق المعدل المقبول إحصائياً بالنسبة لمعاملي الصعوبة والتمييز ، أما بالنسبة لثبات المقياس فقد تم حسابه باستخدام معامل ألفا كرونباخ لتعيين الاتساق الداخلي للاختبار ككل ، وكان معامل ثبات المقياس يساوي (0.78 )، وهذا يوضح أن المقياس على درجة عالية من الثبات ومن ثم يمكن الوثوق به والاطمئنان إلى النتائج التي يتم الحصول عليها بعد تطبيقه على عينة البحث الأساسية .

ثالثاً :مقياس الاتجاهات نحو الفيزياء : هزاع عبده الحميدي 1990

استخدم الباحث مقياس الاتجاهات نحو الفيزياء الذي أعده هزاع الحميدي لنيل شهادة الدكتوراه للصف الأول الثانوي لمناسبته لأهداف الدراسة الحالية .ويتكون المقياس في صورته النهائية من ( 47 )فقرة موزعة على ثلاثة محاور :المحور الأول )الاستمتاع بمادة الفيزياء (مكونا من ( 18 )فقرة والمحور الثاني )أهمية مادة الفيزياء ( مكونا من ( 14 )فقرة والمحور الثالث )طبيعة مادة الفيزياء (مكونا من . ( 15 )قام مؤلف المقياس بعد كتابة فقراته بصورة مبدئية بقياس صدقه بعرضه على مجموعة من المحكمين من المتخصصين في علم النفس التربوي والمناهج وطرق التدريس وبعض معلمي مادة الفيزياء ، كما ناقش فقرات المقياس في حلقات نقاش . وحسب ثباته باستخدام معامل ألفا كرونباخ للمقياس ككل ، كما استخدم معامل ألفا كرونباخ للأبعاد الثلاثة وكان معامل ارتباط المحور الأول (0.80 )ومعامل ارتباط المحور الثاني (0.69 )ومعامل ارتباط المحور الثالث ) (0.97وكل معاملات الارتباطات يمكن الوثوق بها.

**إعادة صياغة الوحدة المعتادة وفق مدخل : STS**

من أجل صياغة الوحدة المعتادة وفق مدخل STS قام الباحث بما يلي :

. 1 قراءة الدراسات السابقة ، والمشروعات العالمية ، والوحدات التي تم تأليفها أو إعادة صياغتها وفق مدخل STSالمتمركز حول قضية اجتماعية متعلقة بالعلم والتكنولوجيا .

( Aikenhead 1994 , Their & Nagle 1994 , Yager & Luts 1995 )، ومن أمثلة هذه المشروعات مايلي :

أ –مشروع الفلبين للتطوير الوطني والاقتصادي . (1979 )

ب -مشروع العلم والتكنولوجيا والمجتمع في الولايات المتحدة الأمريكية . ( 1981 )

ج –المشروع الأوغندي لمناهج العلم والتكنولوجيا والمجتمع . ( 1982 )

د -وحدتان من وحدات مشروع العلم والتكنولوجيا في المجتمع SATISفي المملكة المتحدة . ( 1991 )

هـ -المشروع الكندي للعلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة . ( 1995 )

و –مشروع الإطار المشترك لمخرجات العلوم التعلمية . ( 1997 )

ز – منهاج العلم الزائد والتكنولوجيا والمجتمع في أمريكا Science plus : Technology and societyلمادة العلوم للصفوف من . ( 1998 ) 9 – 7

ح – الفهم الجماهيري للعلوم في المملكة المتحدة Science for public understanding ( 2000)

.2 تحليل وحدة الكهرباء المقررة على طلبة الصف الثاني الثانوي علمي للعام الدراسي 2003 - 2002، بهدف استخلاص المفاهيم العلمية الأساسية ، والتأكد من عدم عرض تلك المفاهيم في سياق قضية اجتماعية متعلقة بالعلم والتكنولوجيا ، وأنها عرضت فقط بطريقة مجردة عن الحياة ، إلا ما ذكر في صفحة (155 )حول التوصيلات الكهربائية في المنازل في نهاية الدرس .

. 3 قراءة كتابات المتخصصين في قضية نقص الطاقة الكهربائية في اليمن .

. 4 تحديد الجوانب العلمية والتكنولوجية التي تتضمنها قضية نقص الطاقة الكهربائية والآثار الإيجابية والسلبية لتلك الجوانب على المجتمع اليمني .

. 5 استنادا إلى المصادر سالفة الذكر ، والإطار النظري ، والدراسات السابقة ، والمشروعات العالمية ، فقد استنتج الباحث معايير إعادة صياغة الوحدة وفق مدخل STS، ثم عرضها على كل من ياجر Yagerوأيكنهيد Aiekenheadعبر البريد الإلكتروني لهما ، وقد وافقا عليها.

وكانت المعايير :

أ -التأكيد على عمليات العلم .

ب -التركيز على الأنشطة اليدوية والعقلية والاجتماعية التي يقوم بها الطالب .

ج -الاعتماد على المصادر المحلية بشرية ومادية (كمصادر للتعلم) .

د -عرض المحتوى في سياق قضية اجتماعية متعلقة بالعلم والتكنولوجيا قضية نقص الطاقة الكهربائية في المنزل مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد الأخلاقية والقيمية الإسلامية .

هـ -دراسة القضية نوعا ما في ضوء خبرات الطلبة الحياتية ؛ بحيث يتمكنون من تخطيط بعض الأنشطة وتصميم بعض التجارب .

. 6 تكونت الوحدة من ستة عشر درساً ، بواقع حصتين لكل درس ، واستغرق تدريس الوحدة اثنان وثلاثون حصة ثمانية أسابيع . وهو نفس زمن تدريس الوحدة المقترحة .

. 7 افتتحت بأسئلة قبلية للتعرف على الخبرات والمفاهيم السابقة لدى طلبة المجموعة التجريبية حول قضية نقص الطاقة الكهربائية ، ثم بدأ كل درس بأنشطة أو تجارب متعلقة بالقضية ، تعقبها مناقشات داخل مجموعات صغيرة

للتعرف على الإيجابيات والسلبيات الاجتماعية ، والاقتصادية ، والبيئية للحلول المقترحة لكل مجموعة ، ولاتقدم المفاهيم العلمية والتكنولوجية إلا وفق الحاجة إليها بناء على تلك الأنشطة والتجارب .
. 8 على كل طالب كتابة تقريرين عن قضية نقص الطاقة الكهربائية متعلقة بالأسئلة التي تختارها المجموعة التي ينتمي إليها الطالب على مستوى درسين من دروس الوحدة ، بالإضافة إلى أن كل مجموعة تكتب تقريراً متكاملاً عن الحلول المقترحة لحل القضية ، ثم تتخذ قراراً بشأنها .

**إعداد دليل المعلم :**

يستخدم دليل المعلم ليدل على مجموعة بيانات خاصة واقتراحات معينة يستفيد منها المعلم فيما يقوم به من توجيه للتلاميذ أثناء أنشطتهم التي تتطلبها الوحدات الدراسية )محمد سميح ، ( 1994
ويتضمن هذا الدليل تخطيطاً يساعد المعلم على تدريس الوحدة دون التقييد لحريته ، ولذلك فقد استبعد الباحث الأهداف السلوكية لكل درس ، لأنها لا تتفق مع مدخل STSالذي يمنح كلا من المعلم والمتعلم حرية التفكير والبحث عن المعرفة ، واستبدلها بأهداف أكثر مرونة ، ويتضمن دليل المعلم :

. 1 عنوان الوحدة :تمت صياغة العنوان بشكل يعبر عن مشكلة اجتماعية متعلقة بالعلم والتكنولوجيا وهي (نقص الطاقة الكهربائية في المنزل).
. 2 المقدمة :وتوضح أهمية موضوع الوحدة ، وفيها إشارة إلى الأنشطة التعليمية التعلمية وكيفية ترابطها ؛ بحيث تحقق التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع .
. 3 الأهداف العامة للوحدة .
. 4 محتوى الوحدة :ويقصد به الموضوعات التي تضمنتها الوحدة ، والحصص اللازمة لتدريس كل موضوع .
. 5 طرق تدريس عامة مقترحة :وتشمل طرق التدريس والأنشطة المقترحة ، ومنها أسلوب حل المشكلات ، ومناقشة المجموعات ، والزيارات الميدانية ، وكتابة التقارير .وقد راعى الباحث أن تكون طرق التدريس مناسبة لطبيعة موضوع وأهداف الوحدة ، والظروف والإمكانات المتاحة في المدارس ووقت الحصة ونوعية المعلم والمتعلمين .
. 6 أساليب عامة مقترحة للتقويم :وهي مجموعة من الأسئلة ركزَت على الثغرات التي يكتشفها المعلم في طلبته حتى تتم معالجتها ، والتأكد من تحقق الأهداف ، وملاحظة مشاركة الطلبة .
. 7 تنظيم الدروس :شملت عناصر الدرس :الزمن ، وأهداف الدرس ، والأدوات والمواد والمصادر التعليمية التعلمية ، وخطوات مقترحة لتنفيذ الدرس ، وإجابات الأنشطة والأسئلة
عرض الوحدة ودليل المعلم على المحكمين :

قام الباحث بعرض الوحدة ودليل المعلم على سبعة من المحكمين من أعضاء هيئة التدريس في جامعتي صنعاء والحديدة في كليات التربية والعلوم ، واثنين من موجهي العلوم بالمرحلة الثانوية ، وثلاثة من معلمي الفيزياء ، وذلك بهدف الاستفادة من آرائهم وملاحظاتهم حول مدى استيفائهما للمعايير الموضوعة لهما ومراعاتهما لمدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع اليمني .

**إجراءات الدراسة :**

بعد بناء أدوات الدراسة وتقنينها ، قام الباحث بالإجراءات التالية:
. 1 للتأكد من تكافؤ المجموعتين التجريبية والضابطة قبل تنفيذ التجربة )بالإضافة إلى العشوائية في اختيار وتقسيم شعب الدراسة على مستوى المدرستين (، وللتأكد من سلامة الاختيار العشوائي قام الباحث بضبط متغيرات العمر الزمني ، والتحصيل ، وعمليات العلم ، والاتجاهات نحو الفيزياء ، وفهم التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع .
. 2 قام الباحث بتدريب معلمين اثنين مدة أسبوعين ، يومياً من السابعة الرابعة عصراً وحتى الساعة السابعة مساءً ، ثم طلب منهما أداء ثلاثة دروس مصغرة من واقع الوحدة المعاد صياغتها وفق مدخل . STS
. 3 لاستبعاد أثر متغير المعلم فقد تساوى المعلمان في الكفاءة ، وعدد سنوات الخبرة ، والتخصص ، والحماس .
. 4 وزع الباحث الوحدة الدراسية بعد إعادة صياغتها وفق مدخل STSوذلك على أفراد المجموعة التجريبية قبل بدء تدريس الوحدة بيومين ، وطلب منهم الاحتفاظ بها وإحضارها أثناء عملية تدريس الوحدة ، وكلف الباحث المعلم الذي درّس هذه المجموعة بإعلام الطلبة بأن هذه الوحدة تبين لهم الأهداف المطلوب تحقيقها ، وقام بتوضيح محتوى هذه الأهداف مبيناً لهم أنهم سيدرسون مقرر الكهرباء على شكل قضية اجتماعية محلية متعلقة بنقص الطاقة الكهربائية في المنزل .
. 5 تم تدريس المجموعة الضابطة بإلقاء المفاهيم مجردة عن الحياة ، وكان المعلم هو المصدر الوحيد للمعرفة ، وماعلى الطلبة إلا التركيز على تعريفات تلك المفاهيم ، وعلى حل الواجبات المنزلية .

. 6 قام الباحث نفسه بالإشراف المباشر على سير الدراسة ، وحضر معظم الحصص عند المجموعتين التجريبية والضابطة في كلتا المدرستين اللتين اشتركتا في الدراسة وتأكد من تنفيذ التجربة وفق الخطة المرسومة ، وذلك بالاجتماع مع المعلمين كل على انفراد بعد الحصة لمناقشة ما تم داخل الصف .
. 7 استغرق تدريس وحدة STSللمجموعة التجريبية والوحدة المعتادة ثمانية أسابيع بواقع ( 4 )حصص أسبوعيا ، أي أن زمن تدريس المجموعتين متساو .
. 8 بعد يومين من انتهاء التدريس تمَ تطبيق الاختبارات على المجموعتين التجريبية والضابطة في نفس اليوم والساعة .

**تحليل البيانات :**

ولتحليل البيانات تم استخدام المتوسط الحسابي ، والانحراف المعياري ، واختبار الفروق ت ( T-test ) ، ومعامل ألفا كرونباخ وذلك باستخدام الحزمة الإحصائية ( SPSS )، كما تم استخدام معاداتي حساب معامل التمييز والصعوبة للفقرات .

نتائج الدراسة ومناقشتها :

هدفت الدراسة إلى المقارنة بين مدخل STS، وبين المدخل المعتاد من حيث التحصيل ، وعمليات العلم ، والاتجاهات نحو الفيزياء وكانت النتائج كالتالي :

أولاً :المقارنة بين مدخل STSوبين المدخل المعتاد من حيث التحصيل :

يبين الجدول ( 1 )متوسطات درجات اختبار التحصيل لكل من المجموعة التجريبية التي درست وفق مدخل STS، والمجموعة الضابطة التي درست وفق المدخل المعتاد ، كما يوضح الجدول ( 1 )نتائج تحليل الاختبار التائي ( T-test)ذي النهايتين لعينتين مستقلتين والذي يهدف إلى الكشف عن دلالة الفروق بين المتوسطات في التحصيل لأفراد المجموعتين .

جدول ( 1 )نتائج اختبارت ( t-test ) (لعينتين مستقلتين لاختبار دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار التحصيل البعدي .

| المجموعة | العدد | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | **قيمة(ت)** | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|
| الضابطــة | 37 | 10.730 | 1.593 | | |
| التجريبيــة | 38 | 18.711 | 4.046 | | |

ويتبين من الجدول ( 1 )وجود فروق في التحصيل العلمي بين المجموعتين التجريبية والضابطة ؛ حيث تفوقت المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة .كما يتبين من الجدول أن الفروق بين المجموعتين دالة إحصائيا $p <$ ( 0:05في الاختبار التحصيلي الذي أجري بعد الانتهاء من التجربة مباشرة ، ولصالح المجموعة التجريبية .

يبين الجدول ( 2 )الانحراف المعياري ومتوسطات درجات اختبار التحصيل بمستوياته الثلاثة (التذكر –الاستيعاب –التطبيق) لكل من المجموعة التجريبية التي درست وفق مدخل STS، والمجموعة الضابطة التي درست وفق المدخل المعتاد ، كما يوضح الجدول ( 2 )نتائج تحليل الاختبار التائي (T-test )ذي النهايتين لعينتين مستقلتين والذي يهدف إلى الكشف عن دلالة الفروق بين المتوسطات في التحصيل على المستويات الثلاثة لأفراد المجموعتين .

جدول ( 2 )نتائج اختبار ت (t-test) لعينتين مستقلتين لاختبار دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في اختبار التحصيل البعدي في مستوى (التذكر –الاستيعاب-التطبيق) .

| المستويات | *الضابطة* | | *التجريبية* | | قيمة (ت) | مستوىالدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *المتوسط الحسابي* | *الانحراف المعياري* | *المتوسط الحسابي* | *الانحراف المعياري* | | |
| التذكر | 3.649 | 1.160 | 6.368 | 2.072 | 6.99 - | 0.00 |
| الاستيعاب | 3.676 | 1.107 | 6.421 | 1.638 | 8.48 - | 0.00 |
| التطبيق | 3.405 | 0.985 | 5.921 | 1.421 | 8.89 - | 0.00 |

ويتبين من الجدول ( 2 )وجود فروق في التحصيل في مستوى (التذكر –الاستيعاب –التطبيق) بين المجموعتين التجريبية والضابطة ؛ حيث تفوقت المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة .كما يتبين من الجدول أن الفروق بين المجموعتين دالة إحصائياً ( $p < 0:05$)في الاختبار التحصيلي على تلك المستويات الذي أجري بعد الانتهاء من التجربة مباشرة ، ولصالح المجموعة التجريبية .

في ضوء النتائج التي عرضت مسبقاً في الجداول (2,1)، يتضح تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في اختبار التحصيل الكلي والفرعي بمستوياته الفرعية (التذكر –الاستيعاب –التطبيق) الذي أجرى بعد التجربة مباشرة بدلالة إحصائية . ( $p < 0:05$)وهذا يؤكد تفوق مدخل STSعلى المدخل المعتاد .

ويمكن أن تعزى هذه الفروق إلى أن ( 1 )مدخل STSيركز على مفاهيم المحتوى المتعلق بقضايا ومشكلات المجتمع الذي يعيش فيه الطالب ,ويبدأ باهتماماته .كما يركز على المفاهيم القبلية للطالب وعلى ملاحظاته وميوله .وبالرغم من أن مدخل STSلا يركز مباشرة على المفاهيم المجردة في المحتوى ,إلا أن مدخل STSيساعد على إتقان المفاهيم أكثر من المدخل المعتاد ( 2 ) .وفرت الوحدة فرصاً للمناقشة الجدية في موضوعات الوحدة واتباع أساليب مختلفة للوصول للحلول ، كما وسعت دائرة الاطلاع والبحث من خلال كتابة التقارير ( 3 ) .طبيعة كل من أسلوب الاستقصاء والمناقشة ساهمت في تنمية القدرة العقلية للطالب وهيأت الظروف المناسبة للتوصل إلى المعلومات بأنفسهم وربطها بالواقع ومن ثم ممارستها ، الأمر الذي يقلل من درجة نسيانها ، خاصة وأن دروس الوحدة عرضت أمثلة محلية . ( BouJaoude , 2004)
وفي مستوى الاستيعاب يرجع الباحث التقدم الحادث لدى المجموعة التجريبية إلى المفاهيم الاجتماعية -العلمية الجديدة التي اكتسبتها المجموعة نتيجة فهم العلاقة المتبادلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع ( Fensham , 2002 ) (مما جعل المعلومات التي يحصلون عليها ذات قيمة في حياتهم .
وفي مستوى التطبيق فإن طبيعة مدخل STS ليس مجرد محتوى ولكنه أيضاً طريقة تدريس تحتوي على أسئلة مفتوحة تتيح للطالب التفكير في جمع المعلومات عن طريق المقابلة والعمل التعاوني والزيارة ومن ثم إيجاد حلول للمشكلة دون تقييد من المعلم ,والمعلم لا يقدم إلا المعلومة التي يحتاجها الطالب لا لمجرد أن تلك المعلومة مهمة بالنسبة للمعلم ، كل ذلك قد ساعد على تقدم الطلبة في مستوى التطبيق (Yu – Ling Lu , 1993 ؛ محمد علي ، 1996؛ نصحي حسين .1998).

ثانياً :مقارنة بين مدخل STSوبين المدخل المعتاد من حيث عمليات العلم :

يبين الجدول ( 3 )متوسطات درجات مقياس عمليات العلم لكل من المجموعة التجريبية التي درست وفق مدخل STS، والمجموعة الضابطة التي درست وفق المدخل المعتاد ، كما يوضح الجدول ( 3 )نتائج تحليل الاختبار التائي ( T-test )ذي النهايتين لعينتين مستقلتين والذي يهدف إلى الكشف عن دلالة الفروق بين المتوسطات في عمليات العلم لأفراد المجموعتين .

جدول ( 3 )نتائج اختبار (ت) (t-test) (لعينتين مستقلتين لاختبار دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في مقياس عمليات العلم).

| المجموعة | العدد | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة(ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|
| الضابطــة | 37 | 8.68 | 3.01 | | |
| التجريبيــة | 38 | 16.18 | 4.80 | | |

ويتبين من الجدول ( 3 ) وجود فروق في عمليات العلم بين المجموعتين التجريبية والضابطة ، حيث تفوقت المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة .كما يتبين من الجدول أن الفروق بين المجموعتين دالة إحصائياً ( $p < 0:05$)في مقياس عمليات العلم أجري بعد الانتهاء من التجربة مباشرة ، ولصالح المجموعة التجريبية

المناقشة :

في ضوء النتائج التي عرضت مسبقاً في الجدول (3)، يتضح تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في مقياس عمليات العلم الذي أجرى بعد التجربة مباشرة بدلالة إحصائية . ( $p < 0:05$) وهذا يؤكد تفوق مدخل STSعلى المدخل المعتاد .

ويمكن أن تعزى هذه الفروق إلى ( 1 )دور المعلم داخل الصف في التقليل من سرد المعلومات ، وتشجيع الطلبة على طرح الأسئلة التي تتعلق بحياتهم ومشكلاتهم الخاصة ورغباتهم وفرض الفروض للإجابة عن تلك الأسئلة وجمع المعلومات وتصميم التجارب لاختبار صحة تلك الفروض (Yager , 1990 ; Yu – Ling Lu , 1993 ; Aikenhead , 1994) . وبالتالي فإن الطلبة يستطيعون ربط الفيزياء بحياتهم اليومية وممارستها ,و (2) مناسبة موضوع "الطاقة الكهربائية "لمدخل . ( STS ( Bybee , 1991 b

مقارنة بين مدخل STSوبين المدخل المعتاد من حيث الاتجاهات نحو الفيزياء:

يبين الجدول ( 4 )متوسطات درجات الاتجاهات نحو الفيزياء لكل من المجموعة التجريبية التي درست وفق مدخل STS، والمجموعة الضابطة التي درست وفق المدخل المعتاد ، كما يوضح الجدول ( 4) نتائج تحليل الاختبار التائي ( T-test)ذي النهايتين لعينتين مستقلتين والذي يهدف إلى الكشف عن دلالة الفروق بين المتوسطات في الاتجاهات نحو الفيزياء لأفراد المجموعتين .

جدول ( 4 )نتائج اختبار ت (t-test) لعينتين مستقلتين لاختبار دلالة الفروق بين متوسطي درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية في مقياس الاتجاهات نحو الفيزياء .

| المجموعة | العدد | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | قيمة(ت) | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|
| الضابطــة | 37 | 144.14 | 21.70 | | |
| التجريبيــة | 38 | 184.92 | 24.28 | | |

ويتبين من الجدول ( 4 ) وجود فروق في الاتجاهات نحو الفيزياء بين المجموعتين التجريبية والضابطة ، حيث تفوقت المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة .كما يتبين من الجدول أن الفروق بين المجموعتين دالة إحصائياً ( $p < 0:05$)في مقياس الاتجاهات نحو الفيزياء الذي أجري بعد الانتهاء من التجربة مباشرة ، ولصالح المجموعة التجريبية .

المناقشة :

في ضوء النتائج التي عرضت مسبقاً في الجدول ( 4 )، يتضح تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في مقياس الاتجاهات نحو الفيزياء الذي أجرى بعد التجربة مباشرة بدلالة إحصائية ( $p < 0:05$)وهذا يؤكد تفوق مدخل STSعلى المدخل المعتاد .

ويمكن تفسير ذلك بأن طلبة المجموعة التجريبية تعرضوا أثناء دراستهم للوحدة لمواقف حقيقية للعلم والتكنولوجيا في المجتمع اليمني ، حيث ربما للمرة الأولى يدرسون موضوعات علمية مرتبطة بمشكلات مجتمعهم وبأمور حياتهم اليومية وبحاجاتهم ، فيجد الطالب أن ما يدرسه يعود بالفائدة الاجتماعية والشخصية ويسهم فعلا في حل مشكلاته ويقترح الحلول لمعالجة قضاياه ولا يشعر بأنه مكلف بتذكر المعلومات من أجل الدرجات دون فائدة لحياتهم ، وكذلك للمرة الأولى ينظرون للقضية نظرة كلية حتى من الناحية الإسلامية ، فزادت متعتهم بهذه المادة . كما أن القضية الاجتماعية المطروحة مرتبطة بخبرات الطالب السابقة .كذلك أسلوب المناقشة الجماعية وفر فرصة لتعديل الاتجاهات ونموها نحو الفيزياء ( McComas , 1994-1998) ؛ جمال الزعانين 1998 ,؛

نصحي حسين ، .ومن خلال الملاحظات الصفية التي سجلها الباحث فقد لاحظ حماس الطلبة وهم يمارسون الأنشطة والمناقشات بين المجموعات حول القضية .

وبشكل عام فإن المدخل المعتاد في تدريس الفيزياء يركز على المعلم الذي يقدم النظريات الأساسية والمفاهيم مجردة عن الحياة ، وهنا تظهر صعوبة الفيزياء ، بينما مدخل STSيركز على المتعلم وعلى حاجاته من خلال تحديده للأسئلة والقضايا والسياقات فيشعر بالحاجة إلى المعرفة .

التوصيات :

**في ضوء النتائج السابقة يمكن للباحث أن يوصي بالتالي :**

. 1 تنظيم دورات تدريبية للمعلمين يشارك فيها المتخصصون في التربية العلمية لمناقشة العلاقة التبادلية بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع .

. 2 استطلاع آراء الطلبة فيما يقدم إليهم وفيما يرغبون في دراسته ، وإشراك أولياء الأمور بآرائهم عند تطوير مناهج العلوم .

. 3 إعداد مقررات دراسية للمعلمين في كليات التربية في استخدام عمليات العلم في سياق التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع .

. 4 إعادة النظر في عملية تخطيط وتطوير المناهج بحيث تؤكد على جوانب التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع .

. 5 استخدام طرق التدريس التي تزيد من فهم الطلبة للقضايا الناتجة عن تفاعل العلم والتكنولوجيا والمجتمع .

المقترحات :

**نظراً لأهمية دراسة مدخل STSيقترح الباحث مايلي :**

. 1 دراسة خصائص مدخل STSبدلالة سلوك المعلم والطالب داخل الصف (دراسة حالة)

. 2 دراسة مدى تحقيق أهداف وحدات مطورة وفق مدخل STS، بدلاً عن الدراسات المقارنة .

. 3 دراسة واسعة النطاق على مستويات مختلفة من الصفوف الدراسية واختيار عدد كبير من المعلمين للتدريس وفق مدخل STS، بحيث تستغرق زمناً أطول .

. 4 دراسة لمعرفة اتجاهات معلمي العلوم نحو مناهج STS

. 5 دراسة أثر مدخل STSعلى الإبداع وتطبيق المفاهيم العلمية وعمليات العلم .

## المراجع العربية


.1أحمد إبراهيم قنديل : ( 2001) تأثير التكامل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع في الثقافة العلمية والتحصيل الدراسي في العلوم لتلاميذ الصف الخامس الابتدائي ، الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس ، مجلة التربية العلمية ، المجلد الرابع ، العدد الأول ، .119 – 79

.2المنظمة العربية للثقافة والعلوم ( 1979 )استراتيجية تطوير التربية العربية .ص . 214

3 جابر عبد الحميد جابر ( 1999 ) مناهج البحث في التربية وعلم النفس ، دار النهضة العربية ، القاهرة .

4 جمال عبدربه الزعانين : ( 1998 ) إطار مقترح لمنهاج العلوم للصف الثامن الأساسي وفق اتجاه التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع في محافظات غزة ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية :جامعة عين شمس ، القاهرة ، مصر .

10 محمد علي محمد عبد الرزاق : ( 1996 ) فاعلية وحدة متضمنة القضايا العالمية المرتبطة بالعلم والتكنولوجيا والمجتمع على تنمية التحصيل والقدرة على التفكير الناقد والاتجاه نحو البيئة لدى طلاب المرحلة الثانوية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية :جامعة عين شمس ، القاهرة ، مصر .

12 موسى جابر مجمد الموسى : ( 1990 ) أثر تضمين قضايا التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع في تدريس العلوم على التحصيل فيها والفهم للمظاهر الاجتماعية للعلم والتكنولوجيا ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية ، جامعة اليرموك ، اربد ، الأردن .

13 نصحي حسين يوسف الشيخ : ( 1998 ) فعالية تضمين قضايا العلم والتكنولوجيا ذات الصلة بالمجتمع في تحقيق بعض أهداف تدريس العلوم بالمرحلة الإعدادية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية : جامعة عين شمس ، القاهرة ، مصر .

**المراجع الأجنبية**

14 . Aikenhead , G . S . ( 1994 ) . What is STS science teaching ? In J . Solomon & G Aikenhead ( eds ) , STS education : International Perspectives in Reform ( New York Teachers College Press ) , 47 – 59 .

19 15. Aikenhead , G . ( 2003 ) . STS Education: A Rose by Any Other Name . in Crusader for Science Education: Celebrating and Critiquing the Vision of Peter,J.F.Canaca:RoutledgePress.

16. BouJaoude, S., & Youssef, R. ( 2004). The Effect of Teaching an Environmentally Oriented Science Unit on Students' Attitude and Achievement . Science Education International , 15, 63 –78 .

17. Grawemeyer ( 2003 ) . The Iowa Chautauqua Program: An Exemplary Staff Development Program for Improving K-12 Science Teaching A. The Model, Rationale, and Significance . Iowa Chautauqua Program . pp 1 – 22 .

20 18. Harm , N . C . , & Yager , R . E . ( 1981 ) . Project synthesis . What Research Says to the Science teacher , 3 , National Science Teacher Assosiation .
21 19. Iskandar , S . M . ( 1991 ) . An Evaluation of Science – Technology – Society Approach to Science Teaching . Unpublished doctoral dissertation , University of Iowa City .

22 20. Mackinnu , A . ( 1991 ) . Comparison of Learning Outcomes between Classes Tought With a Science – Technology – Society ( STS ) Approach and Textbook Orientation . Unpublished doctoral dissertation , University of Iowa , Iowa City .

21. Ming-Yang . H . et . al ( 2001 ) . The Application of STS Teaching Model in Elementary School: The Study of Teaching Module in Astronomical Phenomena and Space-Time Concepts . Chinese Journal of Science Education , 2001 , 9 ( 1 ) , 79 – 100 .
22. Myers , L . H . ( 1988 ) . Analysis of Student Outcomes in Ninth Grade Physical Science / Technology / Society Focus versus one Taught with a Textbook orientation Unpublished doctoral dissertation , The University of Iowa , Iowa city .

23. National Science Teachears Association Positiion Statement . ( 1982 ) . Science – Technology – Society : Science Education for The 1980s . NSTA , N . W . , Washington , D. C . 2009 , 1982 .

24 . National Science Teachers Association . ( 1990 ) . NSTA Position Staement on Science – Technology – Society ( STS ) . NSTA , N . W . , Washington , DC : Auther

25. Their , . & Nagle , B. ( 1994 ) . Developing a model for issue oriented science . In J . Solomon & & G . Aikenhead ( eds ) , STS education : International Perspectives in Reform ( New York : Teachers College Press ) , 75 – 83 .

26. Yager , R . & Lutz , M . ( 1995 ) . STS to enhance total curriculum . School Science & Mathematics , 95 ( 1 ) , 28 – 35 .

**********

## تدريس العلوم والاستنارة العلمية فى المرحلة الإعدادية

د . ر شدى فتحي كامل
مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم
كلية التربية - جامعة المنيا
مدير برنامج المدارس الجديدة – هيئة كير الدولية – محافظة المنيا

**مقدمـة :**

الاستنارة العلمية كمفهوم وفكرة ليست حديثة ، وإنما لها جذورها التاريخية التى تمتد إلى القرن السادس عشر ، وقد أسهم فى ظهورها وتطورها العلماء العرب بجهد أغفلته الكتابات التربوية . وتعبر الاستنارة العلمية عن التفكير الحر ، والموضوعية العلمية بالنظر إلى القضايا الحياتية ، والإحاطة بجزئيات الموضوع ، وامتلاك الفرد لقدر من الذكاء المتعدد ، لينعكس ذلك كله على حياته ومجتمعة . ودراسة مفهوم الاستنارة العلمية وما يتصل بها من أبعا د وخصائص له ما يبرره ، وله أهميته فى عصرنا ومجتمعنا ، وذلك لوجود مجموعة من التحديات والقضايا العلمية والتكنولوجية والتربوية التى تحتم على المتعلم الاتصاف بمتطلباتها .

ويهدف هذا البحث إلى التحديد العلمى لمفهوم الاستنارة العلمية وأبعادها وخصائصها والقاء الضوء على الاتجاهات الحديثة المتمثل فى تجارب بعض الدول فى تدريس العلوم لتنمية الاستنارة العلمية ، وتحليل واقع الاستنارة العلمية فى تدريس العلوم بالمرحلة الاعدادية ، وأخيراً وضع تصور مقترح لتحقيق الاستنارة العلمية فى المرحلة الإعدادية .

وتحليل الاتجاهات الحديثة فى تدريس العلوم لتحقيق الاستنارة العلمية يحقق عدة فوائد ، إذا يلقى الضوء -أمام المعنيين - على عدة قضايا علمية مثل : تحديد الاحتياجات الفعلية ، وترجمتها إلى أهداف ممكنة التحقيق ، وتحديد الخطوات اللازمة لذلك ، وتوفير المواد والأدوات ومصادر التعلم ، وتوزيع الأدوار والمسؤوليات، وتوقع العقبات والاستعداد لمواجهتها والتصدى لها ، وتقويم الأداء وتطويره ، والخروج بالدروس المتعلمة مع التأكيد على الخبرات الحياتية ، وربط العلم بالتكنولوجيا والمجتمع والبيئة .

وتم وضع تصور مقترح لتنمية الاستنارة العلمية من خلال تدريس العلوم فى ضوء المحاور التالية والتى تتسم بالتكامل والتفاعل فيما بينها وهى : المتعلم ، المعلم ، والمشاركة الاجتماعية ، وطبيعة المنهج من حيث : أهدافه ، محتواه ، وتنوع مصادر التعلم فيه، وانشطته ، واستراتيجية التدريس فيه ، وتقويمه ، ثم نظرة مستقبلية / توصيات ومقترحات .

**الاستنارة العلمية " نبذة تاريخية " :**

الاستنارة العلمية Scientific Enlightenment ترجع حركتها إلى القرن السادس عشر إلى جين بودنJean Bodin ، وفرنسيس بيكون Francis Bacon، وجاليليو جاليلى Galileo Galilei، ومن الصعب الإشارة إلى ميدان معين في الطبيعة أو الحياة الإنسانية ، لم تتناوله حركة الاستنارة الفكرية .
Dodin& Rather,1997

وقد بدأت حركة الاستنارة العلمية في هولندا ، وامتدت إلى فرنسا ، ومنها إلى إنجلترا ثم عادت إلى فرنسا في القرن الثامن عشر ، كما وجدت الاستنارة بيئة خصبة في ألمانيا . وهذه إشارة إلى اختلاف التزامن في مراكزها الرئيسية من بلد لآخر . ويمكن اعتبار الثورة الفرنسية التي نشبت سنة 1789 انعكاساً لفكر الاستنارة وتأثيرها في

حياة الإنسان العملية ، فقد أعلنت الثورة الفرنسية آنذاك مبادئها الأساسية المتمثلة في : الحرية ، والإخاء ، والمساواة . وانطلقت الاستنارة كحركة فكرية من فرضية أن العقل أعلى مرجع في إصدار الحكم ، ويفصل بين الخطأ والصواب ، لذلك فقد نادى دعاة الاستنارة إلى بسط سلطان العقل والحكمة على جميع مجالات حياة الإنسان العملية . ومن سمات حركة الاستنارة إيمانها العميق بحرية التفكير ودعوتها إلى استقلاليته . وهما شرطان حتميان لتمكين العقل من ممارسة ملكاته . وقد دافع فولتير Voltaire عن حرية التعبير عن الرأي ، كما أوضح جون لوك John Locke حق الإنسان في أن يفكر ويعرف نفسه ، وأوضح ديكارت Decrates أن استعمال العقل بصورة صحيحة ليس شرطا فقط للوصول إلى معرفة حقيقة الأشياء، بل هو منهج لدراسة موضوع المعرفة نفسها Dodin& Rather,1997

والاستنارة ليست حركة فكرية متجانسة في نهجها الفكري ، وليست مدرسة علمية منظمة ومترابطة العناصر . بل أن ما يميز رموزها هو اختلاف المذاهب الفكرية وتباين الآراء وتشعب مسارات الفكر . تكفى نظرة في دائرة المعارف التي اشترك عدد من مفكرى عصر الاستنارة الفرنسيين في تأليفها ، لكي تلمس التعددية الفكرية واختلاف مذاهب وتخصصات مؤلفيها ، وغنى مواضيعها المعرفية والعلمية . والعامل الذي جمع بين طبيعة تلك الموضوعات العلمية المختلفة هو حرية الفكر والتعبير ، والاستعداد لسماع الرأي الآخر. وقد حذت بلدان أخرى حذوهم ، فصدرت دائرة المعارف البريطانية في عصر الاستنارة، وحذا الألمان حذوهم معا فاصدروا قاموس الأحاديث . ويمكن اعتبار دوائر المعارف مصادر معرفية متنوعة جاءت امتداداً لحركة الاستنارة العلمية .

وقد شملت حركة النقد - التي حمل مفكرو الاستنارة لواءها - الحياة الاجتماعية والاقتصادية ، بالإضافة إلى دور مفكرى الاستنارة في الحياة السياسية والدينية والأدبية والفنية والموسيقية ، كذلك فأن الاستنارة العلمية ليست حكراً على المتخصصين في تدريس العلوم ، لكنها ضرورة ملحة للجميع ، حيث يرى شان ( Chen,2001 ) أنها تهدف إلى تنمية وعى الأفراد بالعلاقة التي تربطهم ببيئاتهم المادية والثقافية وتصرفهم الإيجابي نحـــــــوها . كما يرى ديران (Duran,2000) أنها تستحث الرغبة لدى الأفراد في تحسين الأوضاع البيئية والمجتمعية التي تؤثر في حياتهم وحياة مجتمعهم وذلك بالتصدي للقضايا والمشكلات، وفهم طبيعة التكنولوجيا وإمكاناتها وتطورها وعلاقتها بالمجتمع والبيئة.

يتضح من العرض السابق عدم وجود إشارات واضحة إلى دور بعض الثقافات والحضارات في المساهمة في تطور الاستنارة كحضارات وادي النيل في مصر ، ووادي الرافدين في العراق ، والحضارة الهندية ، ويعد هذا انتقاصا لحق هذه الحضارات. فمن ينكر دور علماء العرب في تنوير الأفراد في القرنين الثاني عشر والثالث عشر الميلاديين في مجالات فروع العلوم المختلفة ؟!.

**خلاصة وتعقيب :**

- ظهرت الاستنارة في القرن السادس عشر ، واستمر استخدامها لأكثر من أربعة قرون تالية، وقد ساعد التطور العلمي للمفهوم أن يطلق على القرن السابع عشر " عصر الاستنارة " ، حيث أن لكل فترة تاريخية فلسفتها وظروفها التي تتطلب لفظاً محدداً ومعنى للمفهوم المستخدم
- تختلف الاستنارة المتكاملة عن الاستنارة العلمية ، فالاستنارة العلمية جزء منها ، فالفرد المستنير قد يكون بجانب استنارته علمياً مستنيراً سياسياً واجتماعياً واقتصادياً وخلقياً .

**اهداف الدراسة :**

- التحديد العلمى لمفهوم الاستنارة العلمية ، وابعادها ، وخصائصها .
- تضمين الاستنارة العلمية كهدف من اهداف تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية .
- التعرف على الاتجاهات الحديثة فى تدريس العلوم لتنمية الاستنارة العلمية .
- وضع تصور مقترح لتنمية الاستنارة العلمية من خلال تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية .

**منهج الدارسة :**

استخدمت الدراسة المنهج الوصفى التحليلى لتقويم واقع كتب تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية من حيث : أهدافها ، ومحتواها ، وتنوع مصادر التعلم فيها ، وأنشطتها ، واستراتيجيات التدريس فيها ، وتقويمها.

**اسئلة الدراسة :**

1- ما التحديد العلمى لمفهوم الاستنارة العلمية، وابعادها ، وخصائصها ؟
2- لماذا الاستنارة العلمية كهدف من اهداف تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية ؟
3- ما الاتجاهات الحديثة فى تدريس العلوم لتنمية الاستنارة العلمية ؟
4- ما التصور المقترح لتنمية الاستنارة العلمية من خلال تدريس العلوم فى المرحلة الاعداية؟

اولا : مفهوم الاستنارة العلمية ، وابعادها، والخصائصها :

**إشكالية مفهوم الاستنارة العلمية :**

تعنى الإشكالية الغموض والتداخل وعدم الاتفاق ، وقد عرف مفهوم الاستنارة العلمية بأشكال متعددة، ولها علاقة بمفاهيم التنور العلمي ، والتنوير العلمي ، والوعى العلمي ، والثقافة العلمية . وهذا التداخل فى المفاهيم لا يقتصر على المفاهيم التربوية فقط بل فى مجالات الحياة المختلفة ، وهذا يفجر الإشكاليات التي تعمل على توالد الأفكار .

فالتنور العلمي : يقصد به إلمام الفرد بقدر مناسب من المعرفة العلمية ، وفهمه لطبيعة العلم ودوره في خدمة المجتمع وفهم البيئة ، والإسهام في حل مشكلاتها ، وقدرته على التعامل مع الأجهزة المتداولة في الحياة بطريقة صحيحة ، واكتسابه لبعض الاتجاهات الموجبة نحو العلم وتطبيقاته (Ckilinski& Others,.1996)( الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس ،1990) . أما التنوير العلمي : فهو كل ما يقدم إلى الفرد من معارف علمية ، ومواقف تؤكد على أن العلم طريقة للتفكير ، ودعوة إلى الانخراط في استقصاءات يستخدم فيها الفرد معرفته ، وفكره ، ومهاراته في معالجة المشكلات المتصلة بحياته الشخصية، وبحياة مجتمعه ، وبيئته التي يلعب العلم فيها كما تلعب التكنولوجيا دورا مركزيا ( محمد جمال الدين ، وخليل الخليلى ، 1995) . أما الوعي العلمي : فهو مفهوم متعدد الأوجه يحتضن عدة مجالات للتعلم والخبرة ( سلام سيد احمد ، 1992) . وعليه يمكن اعتبار الوعي العلمي أشمل من التنور أو التنوير العلمي ، وسببا فى ظهورهما . كما أن الثقافة العلمية مع التنور العلمي تم اعتبارهما مفهوما واحد ( محمد صابر سليم ، 1989) ( عماد الوسيمى ، 1998) .

وتعرف الاستنارة انها الابتعاد عن النمطية فى تحليل الظواهر ، موضحاً أن ذلك يضيق إلى حد كبير آفاق المعرفة البشرية ، وأن عصر الاستنارة قد سمى نفسه بنفسه فهو سياق ثقافي متفرد بذاته . لذلك فأن على المعلم أن يساعد المتعلم على الاكتشاف بنفسه من خلال طرح القضايا العلمية ، كذلك على المتعلمين أن يتطوروا بدورهم ليصبحوا أكثر تحملاً لمسئولية تعلمهم، ويقضوا وقتا أطول ليفكروا ويبحثوا ويطبقوا عمليات العلم : كالملاحظة والاستنتاج والتنبؤ والتصنيف والقياس والاتصال واستعمال العلاقات الزمنية والمكانية واستعمال الأرقام وفرض الفروض واختبار صحتها والتعريف الإجرائي والتحكم في الإجراءات وتفسير البيانات والتجريب قبل وبعد بيئة التعلم ( صفية أحمد سلام ،1983) .

وعرف دونالد ( Donald,1998) الاستنارة العلمية بأنها إلمام الفرد بالقدر المناسب من المعارف والمواقف العلمية المتعددة التي تميز تفكيره وسلوكه تميزاً إيجابياً ، بحيث يصبح هذا التميز سلوكاً فى حياته اليومية بهدف تفسير المشكلات والظواهر بناء على استخدامه لخبراته السابقة والتمكن من اتخاذ القرار حول تلك المواقف لأداء عمل أو فعل .

**خلاصة وتعقيب :**

- تداخل المسميات المتعددة لمفهوم الاستنارة العلمية : كالتنور العلمي الذي يركز على المتعلم لدرجة تمكنه من البحث عن الخبرات العلمية بنفسه مثلها فى ذلك مثل مفهوم التعلم . أما التنوير العلمي فيهتم بتقديم الخبرات العلمية للمتعلم بواسطة المعلم كمفهوم التعليم . بينما الثقافة العلمية كما عرفتها منظمة اليونسكو (1994) بأنها قدر من المعارف والمهارات والاتجاهات العلمية التي يزود بها المتعلم فى المرحلة الإلزامية والثانوية ، وهى تتفق مع تعريف محمد صابر سليم (1989) عن التنور العلمي بأنه قدر من المعارف والمهارات والاتجاهات لكنه يضيف بأن التنور يتعلق بالقضايا والمشكلات العلمية ومهارات التفكير العلمي اللازمة لاعداد الفرد للحياة اليومية . بينما الاستنارة تختلف عن كل ما سبق بأنها حرية في التفكير، والبعد عن النمطية ، واتخاذ القرار من خلال الفعل تجاه قضايا العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة Science Technology Society Environment (STSE) وان التنور والتنوير هما أساس الاستنارة .

**خصائص الاستنارة العلمية وتدريس العلوم فى المرحلة الإعدادية * :**

- متكاملة / متداخلة : تتحقق الاستنارة العلمية من خلال التداخل بين فروع العلوم المختلفة على اختلاف تخصصاتها، وتمثل العلوم وطرق تدريسها دورا إيجابيا فى هذا المجال ، مما يعكس أنها ليست مسئولية منهج دراسي محدد، بل تتحقق من خلال دمج الخبرات فى المناهج الدراسية المتعددة . كما أنه لا يمكن

* اشتقها الباحث من خلفيته النظرية والعلمية .

لمعلمي تخصص واحد القيام بكل العمل لتحقيق هدف تنمية الاستنارة العلمية ، بل أن للمتعلم والأسرة والموجه والمدير والمعلمين الآخرين فى تخصصاتهم المختلفة أدوارهم المطلوبة فى تحقيق ذلك .

- مـرنــة : تعتمد الاستنارة العلمية على التكامل بين الأنشطة الصفية ، والأنشطة غير الصفية المرتبطة بالمحتوى الدراسي وقضايا المجتمع والبيئة المحلية والتصدى لحلها .
- متطـورة : تتأثر الاستنارة العلمية بالتطورات العلمية التكنولوجية مع غيرها من مصادر المعرفة المتنوعة ، كما تتأثر بطبيعة الحياة فى المجتمع ومشكلاته .
- إيجابيــة : تتحقق الاستنارة العلمية باستخدام الاستراتيجيات التي تعتمد على إيجابية المتعلم مثل : العصف الذهني ، الاكتشاف الحر ، عمليات العلم ودورة التعلم ، تدريس الأقران والذكاء المتعدد ، التعلم ذاتي التوجه من خلال الأركان ، التداخل بين العلوم المختلفة ، ومجموعة الاستقصاء . ويتم ذلك تحت إشراف المعلم والموجه بمتابعة فعالة من مجلس الآباء وأولياء الأمور .
- اثرائيــة : تعتمد الاستنارة العلمية على المواد التعليمية الإثرائية المساندة مثل : أدلة المعلم ، الكتيبات المصاحبة ، القصص ، بطاقات الألعاب ، والبوستر ، أعمال المتعلمين المختلفة كالمشروعات الصغيرة المرتبطة بالعلوم والأنشطة الصيفية ، وبرامج الكمبيوتر العلمية.
- قابلة للتقويم :من خلال الحقيبة التقويمية ، تقويم الأقران، التعاقد ، تقويم أنماط الذكاء المتعدد .

**أبعاد الاستنارة العلمية :**

سؤال يطرح نفسه : أي نوع من الخبرات يجب أن يكتسبها متعلم المرحلة الإعدادية من تدريس العلوم كي يكون لديه استنارة علمية ؟

وتشير الإجابة إلى أبعاد الاستنارة العلمية متمثلة فى : البعد المعرفي Cognitive Dimension، والبعد المهارى Psychomotor Dimension، والبعد الوجداني Affective Dimension ، والبعد الاجتماعي Social Dimension، والبعد الخلقي Ethical Dimension، وبعد اتخاذ القرار Decision Dimension Making ، الأبعاد الستة للاستنارة العلمية يمكن أن تكون أهدافها الأساسية ؛ وهى نواتج التعلم لمخرجات المنظومة التعليمية ؛ ولا يمكن عزل هذه الأبعاد عن بعضها ، فهي متداخلة ومتفاعلة فيما بينها ؛ يؤثر كل منها في الآخر ويتأثر به

( ماهر إسماعيل صبري ، 2001) Mitman and Others, 1987 Melboume,1995

**خـلاصــة وتعقيب** :

بالرغم من تعدد أبعاد الاستنارة العلمية ، يرى ( محمد صابر سليم ، 1994) أن مناهج العلوم الحالية فى مراحل التعليم المختلفة بعيدة كل البعد عن استيفاء أبعاد الاستنارة العلمية ضمن محتواها ، وتتفق نتائج العديد من الدراسات مع ذلك ، كدراسة ايلوت ، وناجيل (Eilliot & Nagel,1989) التي أشارت إلي انخفاض تمثيل أبعاد الاستنارة العلمية فى مقررات العلوم ، ودراسة شابيتا ، وآخرين (Chaippetta & Others,1993) التي أوضحت نتائجها أن أهم الأبعاد التي ركزت عليها خمسة كتب فى مقررات العلوم قام الباحثون بتحليلها ،هي على الترتيب : العلم كبناء من المعرفة ، الطبيعة الاستقصائية للعلم ،والعلاقة بين العلم التكنولوجيا والمجتمع ، والعلم كطريقة فى التفكير .

وفى الدول العربية نجد اهتماما تربويا من قبل المتخصصين في تدريس العلوم فيما يتعلق بإجراء الدراسات والبحوث المرتبطة بالتنور أو التنوير أو الثقافة أو الاستنارة العلمية فتشير دراسات كل من : (عمر خليل ،1991 ) (محمد نجيب مصطفى، واحمد عبد الرحمن النجدي ، 1995) إلى انخفاض ونقص المهارات لدى معلمي العلوم في التنور أو الاستنارة أو الثقافة العلمية .وكذلك بالنسبة للمتعلمين والمهتمـــــــــــــــين بتدريس العلوم (محمد رضا البغدادي 1995) (Richard&Others,1995 ) . وتؤكد ذلك نتائج الدراسة الدولية الاستطلاعية لدراسة مهارات العلوم والرياضيات TIMSS في مصر سنة 2003(عبد السلام مصطفى عبد السلام ،2003) . وكذلك عدم تضمن المحتوى الدارسى لابعاد التنور العلمي ( إحسان خليل الاغا ، جمال عبد ربه الزعانين ، 2000) ( محرز عبده يوسف الغنام ، 2000) على الرغم من جهود بعض الرواد الذين ادخلوا مصطلح التنور العمى مثل : محمد صابر سليم في برنامج" العلم للجميع " وبرنامج "العلم والتكنولوجيا " الذي قدمه أحمد مستجير ، وبرنامـج "العلـم والإيمان " الذي يقدمه مصطفى محمود ( محمد على نصر ، 1997).

وانخفاض مستوى التنور أو الاستنارة العلمية ليس قاصرا على المجتمعات العربية، فهناك دراسات مثل:(Ramseier,2001 ) (Miller,1990 ) تؤكد انخفاض نسبة المتنورين علميا في مجتمعات أخرى رغم تقدمها الحضاري . لذلك فأن مستوى تدريس العلوم في المرحلة الإعدادية يحتاج إلى اتخاذ خطوات إجرائية لتطوير منظومة عمليتي التعليم والتعلم فى ضوء مجموعة من المعايير القومية التي تسعى الدولة إلى تطبيقها وهى مرتبطة بعدة مجالات منها : المعلم ، والمدرسة الفاعلة ، والإدارة التربوية الناجحة ، والمشاركة المجتمعية ،

والمنهج من حيث فلسفته وأهدافه ومحتواه وأنشطته وطرق تدريسه ونواتج التعلم المرتبطة به وأساليب تقويمه ، ونوعية المتعلم المستنير علميا الذي يستطيع أن يلتحق بسوق العمل ولديه المهارات التي تؤهله لذلك .

ثانيا : لماذا الاستنارة العلمية كهدف من أهداف تدريس العلوم في المرحلة الإعدادية ؟

على الرغم من أن الاستنارة العلمية ليست جديدة إلا أنها ضرورة حتمية لتطوير تدريس العلوم في المرحلة الإعدادية لعدة أسباب منها : الثورة العلمية التكنولوجية المعاصرة ، والتدفق المعلوماتى ، وتعدد أوعية ومصادر المعرفة ، والقضايا الناتجة عن التفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة، وعدم تجانس المتعلمين ، والانخفاض الملحوظ في كفاءة العملية التعليمية، والحاجة إلى تجويد العملية التعليمية كمنظومة متكاملة ، والحاجة المستمرة إلى نوعيات متخصصة من المعلمين والمتعلمين ، الأمر الذي يؤكد ضرورة الاهتمام بالاستنارة العلمية التي تعنى من خلال التنقيب في الفكر التربوي قديما وحديثاً (Dodin & Rather,1997) بحرية التفكير في كل فروع المعرفة ، كما تشير كتابات كانط Kant الذي يرى أنه لا يمكن لطبيعة عصر أو قرن ما أنً يقيد العصر أو القرن الذي يليه بوضع يجعله غير قادر على تطبيق معارفه ، ويحرمه من التخلص من أخطائه ، والتقدم العلمى والتكنولوجى عن طريق الاستنارة .

وتأتى أهمية المرحلة الإعدادية وهى مرحلة تكوين الشخصية العلمية لكونها مرحلة وسطاً بين مرحلتين تعليميتين هما : مرحلة التهيئة ( المرحلة الابتدائية) ، ومرحـلة الانطلاق ( المرحلة الثانوية )، مما يستوجب أن تكون متكاملة ومتسقة مع المرحلة الابتدائية كركيزة أساسية ، ومقدمة مناسبة للمرحلة الثانوية التي سينطلق منها المتعلم إلى التعليم والتعلم الجامعي، كما أن المتعلم بالمرحلة الإعدادية عندما ينهى دراسته يكون أمامه ثلاثة مسارات : إما أن يلتحق بالمرحلة التالية وهى مرحلة الثانوية العامة أو بالتعليم الفني أو ينخرط في الحياة والعمل الاجتماعي منقطعاً عن متابعة الدراسة ، لذا تتطلب هذه المرحلة تنمية الاستنارة العلمية في ضوء الاحتياجات العلمية من خلال إعادة النظر في طبيعة المحتوى الدراسي ، وتعدد مصادره ، وأهدافه ، ومصادر التعلم المساندة ، طرق التدريس الفعالة ، وأساليب التقويم . مع توظيف الأنشطة القائمة على جهد المتعلم ودوره الفعال في العملية التعليمية من خلال التعلم النشط ، وأن ينتقل دور المعلم من مجرد ناقل للمعرفة إلى أن يكون موجهاً ومرشداً وملاحظاً وقائداً ومقوماً (إسماعيل الدرديرى ، رشدي فتحي ، 1999) (عبد الفتاح جلال ،1995) (الجمعية المصرية للتنمية ، 1994).

ويوجد العديد من التحديات العلمية والتربوية أمام تدريس العلوم بخاصة ، وجميع فروع العلوم بعامـة( جابر عبد الحميد ،1997) ( محمد على نصر ، 1997 ) (Johnson and Vaughan , 1992) (Rossman, 2000) وتتمثل هذه التحديات في : تحديات تكنولوجية كالبيوتكنولوجيا ويقصد به توظيف التقنيات الحديثة في خدمة علم البيولوجي ، وهى تمتد إلى آفاق قد تتجاوز حدود الخيال ، وذلك بعد أن فرضت قضايا عملية كثيرة نفسها على واقعنا العلمي والاجتماعي مثل : أطفال الأنابيب ، التحكم في صفات الجنين ، وجنسه ، والهندسة الوراثية لانتاج سلالات جديدة من المحاصيل مقاومة للفيروسات ، واللعب بالوراثة ، والاستنساخ بكافة صوره ، وزارعة الأعضاء ، ومقاومة الشيخوخة ، السيطرة على الألم والعقل، وإنتاج أجهزة دقيقة تزرع تحت الجلد لتنظيم ضربات القلب وللوقاية من الأزمات القلبية، وهى كلها من القضايا العلمية والاجتماعية والأخلاقية التي تسعى مناهج العلوم المتطورة معالجتها ، مما ينتج عنه تطوير قدرات المتعلمين وتنمية الاستنارة العلمية للتعامل معها .

وتوجد تحديات أخرى مرتبطة بغزو الفضاء ، وتسخيره للوفاء بمتطلبات طموحات الثورة التكنولوجية التي تخرج به من مرحلة البحث إلى مرحلة التطبيق الفعلي ، ومن سرية المعامل إلى علانية التصنيع ، فالأقمار الصناعية أصبحت تقوم بالوظائف الحيوية كدراسة البيئة والكشف عن ثرواتها ، وإعداد خرائط لمواردها الطبيعة ، والكشف عن المياه الجوفية ورصد التلوث بكافة صوره ، ومتابعة هجرة الحيوانات المختلفة ، والكشف عن إسرار كواكب المجموعة الشمسية . كما تستخدم فيزياء الليزر وتطبيقاتها في مجالات العلوم والصحة والجراحة وعلاج الأمراض ، وعلى تدريس العلوم في المرحلة الإعدادية أن يعكس هذا فيما يقدمه للمتعلمين من موضوعات علمية في المجالات السابقة وفى مراحل التعليم الأعلى عن طريق المنهج الحلزوني .

وتوجد أيضا تحديات تربوية تفرضها التطورات العلمية والتكنولوجية وطبيعة العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة ومنها : تعدد مصادر المعرفة ، والتعلم في مناهج العلوم بما يتجاوز الكتب المدرسية ، والأخذ بالمدخل المتداخل Inter-Disciplinary approach في معالجة القضايا العلمية والبيئية ، ومضاعفة الاهتمام بالتربية الصحية ، والوقائية ، والبيئية ، والسكانية ، والتكنولوجية ، والبيولوجية ، لمواجهة التطورات المتوقعة منها جميعا ، وتطوير مداخل تدريس العلوم التي تعتمد على التعلم المتمركز حول المتعلم والتعلم النشط بتطبيق نظريات التعلم مثل : نظرية الذكاء المتعدد لجارد نر Gardner، والنظرية النمائية المعرفية لبياجيه Piaget ، ونظرية بنية المعرفة لبرونر Bruner ، نظرية التعلم اللفظي ذو المعنى لاوزبل Ausubel ، ونظرية تحليل المهمة التعليمية لجانييه Gagne، ونظرية تحليل النظم لبرتلانفى Bertalenfy ، ونظرية التعلم

من اجل التمكن لكارول وبلوم Carrol & Bloom ، مع توضيح العلاقة بين تدريس العلوم وهذه النظريات باعتبارها اساسا ينطلق منه بناء الخبرات العلمية والتربوية دون ان يكون بمعزل عن اساسها النفسي . ووضع مقررات العلوم في صورة متكاملة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة على أن تقدم بصورة تظهر هذا الترابط وتوضحه ، والاهتمام بالعلم كهيكل للمعرفة ، وكطريقة للاستقصاء ، والتفكير ، وإعادة تصميم وتجريب أساليب جديدة للتقويم كالحقيبة التقويمية كبديل عن الاختبارات والقياس ، لتتضح فيها الابتكارية والاستمرارية وتتحدى قدرات المتعلمين في المرحلة الإعدادية ، وتستحثهم على أعمال الفكر ، وتوظيف الذكاء المتعدد ، من خلال مواقف سلوكية حقيقية .

**كيف يوجه التعلم نحو تحقيق هدف الاستنارة العلمية للمتعلمين في المرحلة الإعدادية :**

- توجد مجموعة من مبادئ التعلم ( مركز التطوير التربوي ، 2000) الضرورية لتحقيق هدف الاستنارة العلمية لمجتمع المتعلمين متمثلة في : التعلم كنوع من التدريب ، الإدارة الذاتية للتعلم ، الطابع الاجتماعي للذكاء ، الحديث المسئول ، مساعدة المتعلمين على التفكير وأعمال العقول ، وضوح التوقعات ، تنظيم الجهد .

ثالثا : ما الاتجاهات الحديثة في تدريس العلوم لتنمية الاستنارة العلمية ؟

شهد تدريس العلوم تطورات عديدة منذ منتصف القرن العشرين ، ففي الخمسينيات أكدت مناهج العلوم على البناء المعرفي ، ثم ظهرت في الولايات المتحدة الأمريكية مناهج جديدة أكدت على الجانب الاستقصائي للعلم ، وبحلول عام 1966 قدمت الولايات المتحدة الأمريكية تسعة عشر مشروعا لمناهج العلوم ، اختلفت في اوجه كثيرة، إلا أنها كانت تشترك في خصائص رئيسية منها : الاهتمام بإعداد أدوات ومواد ومصادر المنهج وتوفيرها، والتركيز على التعلم النشط وممارسة العلوم ، واعتبار المفاهيم العلمية محاور الربط لتدريس بنية العلم وتطبيقاته . (عبد السلام مصطفى عبد السلام ، 2003) (جلاتهورن ،1995) .

وعلى الرغم من الجهود والتطورات التي تشهدها مناهج تدريس العلوم فقد ظهر تباين بين الأهداف التي وضعت، وبين نتائج التنفيذ العملي لها . وفى السبعينيات ظهرت انتقادات لهذه المناهج تناولت عناصر متعددة من منظومة العملية التعليمية . وعلى سبيل المثال اقتصرت المناهج على الجانب العلمي الأكاديمي دون الاهتمام بالجانب التطبيقي للعلم أو المهارات الشخصية . ( سلام سيد احمد ،1996 ) Shotwell,1996 .

وقد أثمرت هذه الانتقادات فى عام 1985بالولايات المتحدة الأمريكية إلى ظهور مشروع 2061 باسم العلوم لكل الأمريكيين Science for All Americans , Project 2061 والذي جاء ليركز على الاستنارة العلمية من خلال العلوم والتكنولوجيا والرياضيات ، وليحقق مجموعة من الأساسيات منها : توفير مواد وأدوات المنهج ، وتنوع مصادرها ، وتقديم أساليب التدريس والتعلم الفعالة التي تؤكد على التعلم المتمركز حول التلميذ بصورة عملية ، وتنشيط دور المتعلم في التفكير وتحمل المسئولية والأخذ بتطبيقات العلوم لتكون فعالة في حياته ، وتطوير أساليب التقويم ، والمساهمة المجتمعية من خلال التنور والاستنارة العلمية . وقد وضعت الأكاديمية العلمية للعلوم National Academy of Sciences سنة 1995 المعايير القومية للتربية العلمية لتطوير تدريس العلوم وتحويل التنور العلمي والاستنارة العلمية للجميع من National Science Education Stander (NSES) هدف مأمول إلى واقع حي . ثم وجدت مشروعات في الجامعات الأمريكية مثل جامعة متشجان لتطوير برامج إعداد المعلمين وإعداد مشرفي العلوم لينعكس هذا كله على أداء المتعلم ومهاراته . Ckilinski&others,1996

أما في إنجلترا فقد كان التركيز على القيمة الوظيفية الاجتماعية للعلوم ، ليس من خلال تنظيم المحتوى العلمي فحسب ، بل من خلال القضايا المجتمعية ، واتباع
" أسلوب الاكتشاف العلمي في التعلم " القائم على الممارسات والتطبيقات العلمية للمتعلمين (International Bureau of Education,2001 ) وفي اليابان تم التأكيد على ضرورة انعكاس تعليم وتعلم العلوم في الحياة اليومية على أفراد المجتمع ، إذ أوصى مجلس التعليم هناك بان تدور خطط وبرامج تدريس العلوم حول موضوعات وقضايا جدلية تساعد على تنمية الاستنارة العلمية ، بحيث تبنى على الظواهر العلمية التي تقابل المتعلمين في حياتهم داخل المدرسة وخارجها . اما فرنسا فاهتمت بالتركيز منذ عام 1978على ضرورة توجيه التعليم بصفة عامة وتدريس العلوم بصفة خاصة حول المواطنة والاستنارة العلمية . بينما ركزت ألمانيا على القضايا والمشكلات الاجتماعية بهدف تنمية قدرات المتعلمين على تطبيق المهارات العلمية في حياتهم العملية اليومية . وفي ماليزيا تم التأكيد على المهارات العلمية التي تساعد المتعلمين على إدارة المجتمع والبيئة المحيطة بهم خارج المدرسة . كما تم فى الفليبين تحول تدريس العلوم من مجرد اكتساب معلومات علمية لذاتها ، إلى ضرورة تطبيقها وممارستها في حل المشكلات الاجتماعية التي تتعلق بالتغذية والصحة والبيئة وغيرها . وفى كوريا لوحظ انعزال مناهج العلوم ، وطرق تدريسها منذ 1973 عن المجتمع وقضاياه ، ومن ثم زاد التأكيد على أهمية ربط العلوم

بالحياة اليومية والمجتمعية بتوفير الإمكانيات المناسبة لتنفيذ مناهج العلوم في سياق اجتماعي (International Bureau of Education,2001)

**خـلاصة وتعقيب :**

اهتمت برامج تدريس العلوم لتنمية الاستنارة العلمية كأحد أهدافها بمحاور متعددة منها : التأكيد على دور المتعلم ، واستخدام الأساليب الحديثة فى التدريس التى تعتمد على إيجابية المتعلم ، وتطوير أساليب التقويم ويمثل ذلك النموذج الامريكى ، كما تم التركيز على القيمة الوظيفية الاجتماعية للعلوم فى كثير من البلدان وبخاصة فى انجلترا والمانيا . وفى اليابان كان الاهتمام بالقضايا الجدلية فى تدريس العلوم وفى فرنسا ركزت البرامج على المواطنة .

رابعا : ما التصور المقترح لتنمية الاستنارة العلمية من خلال تدريس العلوم في المرحلة الإعدادية ؟

تتحقق الاستنارة العلمية من خلال تدريس العلوم- من وجهة نظر الباحث - فى ضوء المحاور التالية والتى تتسم بالتكامل والتفاعل فيما بينها وهى : المتعلم ، المعلم وإعداده ، والمشاركة الاجتماعية ، وطبيعة المنهج من حيث : أهدافه ، محتواه ، وتنوع مصادر التعلم فيه ، وانشطته ، واستراتيجية التدريس فيه ، وتقويمه . ويمكن تفصيل ذلك فيما :

**المحور الأول : المتعلم :**

توجد متطلبات لمتعلم المرحلة الإعدادية لتتحقق له الاستنارة العلمية ، هى :

- متطلبات معرفية : تتمثل في الوعي بالقضايا ذات الأهمية مثل قضايا البيئة ،والصحة ،والسكان ، والغذاء ، والقضايا التكنولوجية ، والبيولوجية .
- وجدانية : كالقيم ، والميول والاتجاهات الموجبة نحو قضايا المجتمع والبيئة المحلية.
- أخلاقية : بتعلم أخلاقيات العلم ، والبعد عن استخدامات تضر بالمجتمع والأفراد .
- وظيفية : بتوظيف الفرد ما يتعلمه فى التعامل مع ما يقابله من مشكلات وحلها .
- مهارية : بإتقان المهارات بأنواعها المختلفة مثل: المهارات المعملية ( المرتبطة بتجارب العلوم )، والتكنولوجية ( للتعامل مع المستحدثات التكنولوجية فى حل المشكلات ) ، والحركية ، والاجتماعية( من خلال تدريس الأقران المنظم ) .
- متطلبات اتخاذ القرار : يكون قادرا على اتخاذ القرارات السليمة فى مواقف تدريس العلوم، والحياة المختلفة

**المحور الثاني : المعلم :**

المعلم أحد الدعامات المهمة في منظومة عمليتي التعليم و التعلم ، واحد نقاط الانطلاق في التطوير و التجديد التربوي لتحقيق أهداف تدريس العلوم ، وتطبيق خططها ، إيمانا بفعالية التأثير الذي يحدثه في شخصية متعلميه ، وتشكيل اتجاهاتهم ، وفي نوعية التعليم والتعلم . و بقدر ما يكون المعلم معدا إعدادا علميا و مهنيا و ثقافيا للقيام بدوره وتحمل مسؤولياته و إتقان عمله ، تتحقق لتدريس العلوم أساليب النجاح و التقدم نحو تحقيق الأهداف . وهذا يتطلب برامج جيدة لاعداد هذا المعلم قبل الخدمة وأثناءها تتمشى مع الاتجاهات الحديثة ليكون معلما مستنيرا علميا ( أحمد خيرى كاظم، فتحي الديب ،1996) .

لمعلم العلوم دور فعال في إعداد المتعلم المستنير علمياً ( عبد السلام مصطفى عبد السلام ، 2003) وذلك من خلال : فهم طبيعة المتعلمين ، تشجيع المشاركة والتعاون بين المتعلمين ، توظيف مصادر التعلم ، توظيف بيئة التعلم ، تأكيده على ايجابية المتعلم والبناء على خبراته السابقة مع تقديم خبرات جديدة له ، استقصاء العلوم و فهم المفاهيم و المحتوى العلمي لما دته ، دعم التدريس والتعلم من خلال : التقويم ، توثيق علاقة المدرسة مع الأسرة و المجتمع لخدمة اهتمامات المتعلمين .

**المحور الثالث : المشاركة المجتمعية :**

النظام التعليمي في حاجة دائما لتكامل كافة الجهود المجتمعية و الحكومية حتى تتحقق نوعية التعليم والتعلم ، وقد تطورت مساهمات الجمعيات الأهلية في مجال التعليم خلال العقدين الآخرين ، لتشمل الاهتمام بالتربية غير النظامية Informal Education والتربية النظامية Formal Education ، وذلك من خلال أنشطة تربوية منظمة تقدم خارج وداخل النظام التعليمي المدرسي القائم David,1995 .

دور الأسرة في تنمية الاستنارة العلمية كأحد أهداف تدريس العلوم [*]:

- إثراء البيئة المنزلية للمتعلم من خلال الكتب العلمية ، وسير العلماء ، والقصص العلمية وإجراء الأحاديث المسئولة مثل: المناقشات الشاملة حول مجموعة من الموضوعات العلمية، وإجراء التجارب العلمية البسيطة وربط تدريس العلوم قبل وبعد المدرسة ببيئة التعلم .
- الاستجابة لحب الاستطلاع لدى المتعلم ، وامداده بما يشوقه ويجعل دراسة الظواهر الطبيعية جزءا من اهتماماته وحياته اليومية .
- تزويد المتعلم بالأقراص المبرمجة ، واستخدام البرامج العلمية العديدة من خلال الكمبيوتر، والحديث حول كيفية توظيفها في حياته العملية .
- مساعدة المتعلم فى أن يطرح أسئلة تعمل على تحمل المسئولية في حل المشكلات .
- الحديث العائلي حول سير العلماء ، والمشكلات العلمية مثل : التلوث ، وطلب رأي المتعلم في كل هذا ، وتشجيعه على التنبؤ بالظواهر الخاضعة للملاحظة .
- تشجيع المتعلم على تنفيذ المشروعات .
- الحرص على متابعة تقدم المتعلم في تدريس العلوم ، و الاتصال بالمدرسة .
- شغل المتعلم بأنشطة صيفية مرتبطة بالتعليم والتعلم بصفة عامة وتعلم العلوم بصفة خاصة ، وتشجيعه على زيارة المكتبة وزيارة المعارض والمتاحف .
- دعم هوايات المتعلم الخاصة ، والمتعلقة بتدريس العلوم مثل : جمع العينات ، وعمل النماذج ، وكتابة التقارير وبرامج الحاسوب وغيرها .

- **المحور الرابع : المنهج :**

سيتم التعرض لطبيعة المنهج الذي يحقق الاستنارة العلمية من خلال تدريس العلوم في المرحلة الإعدادية من حيث : أهدافه ، ومحتواه ، وتنوع مصادر التعلم فيه ، وأنشطته ، واستراتيجيات التدريس فيه ، وتقويمه ، وفيما يلي توضيح ذلك :

أولا : الاستنارة العلمية كأحد أهداف تدريس العلوم في المرحلة الإعدادية :

تشكل الأهداف فى تدريس العلوم عاملا أساسيا في توجيه عملية التعليم والتعلم في ضوء تحديد الاحتياجات التعليمية ، إذ تساعد القائمين على تخطيط المناهج في اختيار المحتوى العلمي واستراتيجيات تدريسه، ومصادر تعلمه ، وأوجه النشاط به ، وأساليب التقويم المناسبة له.

وقد أكدت الدراسة أن كتب تدريس العلوم الثلاثة بالمرحلة الإعدادية قد خلت من قوائم واضحة يذكر فيها المؤلف أهداف مقرر العلوم لهذا الصف أو الوحدة الدراسية أو الموضوع الدراسي.. واقتصر الأمر على إطار يتصدر كلَّ درس، بداخله سؤال يقول : ( ماذا نتعلم من هذا الدرس ؟ ) ... ويعقب هذا السؤال بعض العناوين الفرعية التى سيتناولها محتوى الدرس . وكانت المنهجية العلمية تقتضى أن تتصدر الدروس أهداف اجرائية واضحة، تساعد المعلم - والمتعلم - على بلورة جهودهما وتوجيهها الوجهة الصحيحة، وتعمل على ترابط الموضوعات داخل كل وحدة، وترابط الوحدات فيما بينها داخل الكتاب ككل .

وقد تم اعتبار ما تضمنته هذه الأُطُر، بمثابة أهداف للدروس، فتم تناولها بالتحليل والنقد فى كل كتاب ووحدة دراسية . ثم فى الكتب الثلاثة مجتمعة، لمعرفة مدى تغطيتها لمجالات الأهداف الثلاثة : الوجداني والمعرفي والمهارى ، ومدى التوازن بين هذه المجالات ... وقد تمت معالجة هذا الأمر إحصائيا وحسبت تكرارات الأهداف ونسبها المئوية، فجاءت النتائج على النحو التالي :

فمن جملة الأهداف التى بلغت (247) هدفاً، كان عدد الأهداف المعرفية فى الكتب الثلاثة (195) هدفاً، بنسبة (78.94 % ) وكان عدد الأهداف المهارية (32) هدفاً،بنسبة (12.96 % ) بينما كان عدد أهداف الجانب الوجداني (20) هدفاً، بنسبة (8.1%) وهى نسب توضح أن التوازن بين الجوانب الثلاثة كان ضعيفاً .

وترجع الدراسة هذا الإهمال – غير المتعمد – لبقية الجوانب المهارية والوجدانية والاجتماعية مع التركيز على الجانب المعرفى إلى اختلاف طبيعة الموضوعات التي يتضمنها محتوى كل كتاب، ونضج تلميذ كل صف.. فقد تضمن كتاب الصف الثاني مثلاً موضوعات مثل : " أثر الكائنات على الإنسان والبيئة " . وتضمن كتاب الصف الثالث موضوعات مثل :"الجدول الدوري والتفاعلات الكيميائية، والطاقة الكهربية، والصوت والضوء، والتكاثر فى الكائنات الحية"، ولكل موضوع منها طبيعته التي تميزه عن سائر الموضوعات، ومن ثَمَّ تتمايز أهدافه

[*] اشتقها الباحث من خلفيته النظرية والعلمية .

. كما أن أسلوب وطريقة تناول كتب العلوم لهذه المرحلة بدورها لم تكن مشجعة على تنمية الاستنارة العلمية كهدف من أهداف تدريس العلوم .

ويرى الباحث أن بالإمكان تحقيق هذا الهدف بإعادة النظر دوريا وبصفة مستمرة فى المحتوى العلمي مع تعدد مصادر المعرفة فى جميع المراحل التعليمية ، وبخاصة فى المرحلة الإعدادية ، وكذلك بتوفير قدر مناسب من حرية التفكير للمتعلمين في التعبير عن آرائهم ، وتشجيع الأداء التجريبي عن الظواهر الطبيعية والمفاهيم العلمية وتنفيذ المشروعات المتضمنة بالمحتوى الدراسي أو المشروعات المرتبطة بحياة وبيئة المتعلمين والاستفسار عن الظواهر التي تبدو غامضة بالنسبة للآخرين (Watson,2001) . واستخدام الأسباب لمعالجة المواقف الحياتية باتخاذ القرار وتمهيداً لأحداث عمل أو فعل تجاه تلك القضايا (Bordeaux,2001) ، فالاستخدام الحر للأفكار وتوظيف الذكاء المتعدد في بحث الأسباب والاستفسارات مطلب أساسي لتحقيق الاستنارة العلمية (Madhukar,2000 ) .

وبتحقيق هدف الاستنارة العلمية في المرحلة الإعدادية نجدها تمكن متعلم هذه المرحلة من متابعة ما يستجد في مجال العلوم بأسلوب علمي وظيفي ، والارتقاء بحياته الشخصية بقدرته على الاستخدام المستنير لجوانب الحياة وأبعادها (Clark&Thomas,2000) ، والتعامل بذكاء مع القضايا والمواقف العلمية الجدلية التي تستحدث من حولنا في سياق المكان والزمان والتي يتشابك فيها العلم والتكنولوجيا مع البيئة والمجتمع (مدحت النمر ، 1977) .

ثانيا : تنويع المواد التعلمية الإثرائية لتحقيق الاستنارة العلمية في المرحلة الإعدادية :

يستطيع معلم العلوم المستنير علميا أن يحقق هدف الاستنارة العلمية بأكثر من مصدر مساعد ، فإذا كان لديه فى المدرسة المكتبة – والتي غالبا ما تكون أبوابها مغلقة – وحجرة مناهل المعرفة ومعمل العلوم ، وقليل هم المعلمون الذين يتعاملون معها ... فان لدى هذا المعلم مواد اثرائية تعتبر من المتطلبات الأساسية لتنمية الاستنارة العلمية والتي منها : الكتيبات المصاحبة وأدلة التعلم ، والقصص العلمية المرتبطة بتدريس العلوم مثل : قصص أجهزة جسم الإنسان ، والكروت العلمية ، والألغاز ، والنماذج والعينات ، الرحلات التعليمية ، المعارض القائمة على جهد المتعلم ، وزيارة المتاحف بمختلف اهتماماتها ، ومستحداثتها ، وإمكاناتها لبث الوعى العلمي ، ونشر المفاهيم العلمية لتشكيل رؤى علمية فى فترة مبكرة من حياة متعلمي المرحلة الإعدادية توظيف خامات البيئة لمعالجة المفاهيم الصعبة أو الجديدة أو المجردة ،النوادي العلمية وسائل الإعلام المختلفة المسموعة والمرئية بتناولها القضايا العلمية مثل : الهندسة الوراثية .

بالإضافة إلى المستحدثات التكنولوجية المرتبطة بتدريس العلوم ومنها :

- التعلم بمساعدة الكمبيوتر ، استخدام الكمبيوتر متعدد الوسائط ، تكنولوجيا الهيبرميديا ومن الدراسات في هذا المجال دراسة فيرجنو وآخرين ( Ferrigno and others , 1994 ) واستهدفت معرفة اثر استخدام تكنولوجيا الهيبرميديا في تطوير تعلم العلوم لتلاميذ المرحلة الإعدادية .، تكنولوجيا الفيديو التفاعلي : ومن دراسات تدريس العلوم في هذا المجال دراسة جاكسون ( Jackson , 1997 ) وهدفت إلى معرفة فعالية استخدام المحاكاة التفاعلية من خلال مواد الكمبيوتر والفيديو لتدريس موضوعات عن الأرض والفضاء بالمرحلة الإعدادية ، وقد أشارت النتائج إلى فاعلية استخدام الفيديو التفاعلي في تدريس موضوعات العلوم ، تكنولوجيا التعلم عن بعد ، تكنولوجيا التعلم المفرد من خلال : الحقائب والرزم التعليمية ومن الدراسات في هذا المجال دراسة ( تمام إسماعيل تمام، 1996) لبيان اثر استخدام أسلوب التعلم الفردي بالرزم التعليمية في تدريس المفاهيم العلمية المتضمنة في موضوعات القياس على التحصيل المعرفي لتلاميذ الصف الأول الإعدادي .

ثالثا : تنوع مصادر المعرفة لتحقيق الاستنارة العلمية في المرحلة الإعدادية :

لا يمكن التقليل من أهمية كتب العلوم المدرسية في المرحلة الإعدادية ، إذ يجد فيها المتعلم ما يشبع ميوله واهتماماته وينمى مهاراته وذكاءه المتعدد ، ولما كانت المعرفة العلمية سريعة التطور فلابد أن تكون بجوارها مصادر معرفية أخرى تنمى الاستنارة العلمية تتمثل فيما يلي :

- توفير التقنيات التكنولوجية التي يتطلبها تعليم وتعلم القضايا العلمية المتضمنة فى المحتوى العلمي لكتب العلوم بالمرحلة الإعدادية مثل : البيئة ومواردها للصف الأول الإعدادي ، والكواكب والنجوم بالصف الثاني ، التكاثر في الكائنات الحية بالصف الثالث ، وعلى كل من المعلم والمتعلم المستنيرين علميا الإلمام بتطبيقات العلم تكنولوجيا التعليم في مجالات الحياة فى المجتمع والبيئة (Rothman,2000)

- إعداد دليل للمتعلم يوضح المفاهيم العلمية الأساسية والتجارب القائمة على الاكتشاف والمشروعات المختلفة والمرتبطة بحياة المتعلمين ، والأنشطة التي يحتاج إلى الإلمام بها خلال دراسته للعلوم بالمرحلة الإعدادية ، كما يشمل هذا الدليل بعض المراجع والمصادر الأساسية التي يمكن مراجعتها، وبعض المواقع العلمية على الإنترنت
- تطوير كتب العلوم المدرسية المقررة كمصدر للخبرات ... مع التأكيد على ضرورة اهتمام محتواها بالأنشطة الابتكارية القائمة على النشاط الفردي، والأنشطة الجماعية، للمتعلمين، وفقاً لميولهم وقدراتهم وخبراتهم... على أن يطور محتوى هذه الكتب بصفة مستمرة وتتقىَّ من الحشو الزائد، وتصمم في شكلٍ يشجع المتعلمين على التعامل معها .
- تعدد كتب تدريس العلوم للمقرر الواحد، ليختار المعلم والمتعلم القضايا المقترحة في ضوء خطة علمية مرنة .
- التأكيد على مبدأ التعلم الذاتي .
- التأكيد على تكامل المعرفة العلمية، مع وضوح العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع .
- اعتبار التربية العلمية واحدة من ضرورات الثقافة العامة للفرد، ووسيلة لدعم ثقافته العلمية وتنمية صلته ببيئته ومجتمعه .
- تبنى اتجاهات معاصرة ومستقبلية عند تنظيم محتوى كتب تدريس العلوم قائمة على الاستنارة العلمية ، والمشكلات والقضايا العالمية .
- مراعاة التنظيمات المختلفة للمحتوى إلى جانب التنظيم المنطقي،والمتمثلة في كل من التنظيم السيكولوجي، والتاريخي، والتكنولوجي، والتكاملي .
- بناء الوحدات التي تتضمنها الكتب بناءً مفتوحاً يتيح للمعلم، والمتعلم الفرص للاختيار والمفاضلة والإضافة والإبداع والتطوير بشكل دوري .
- تزويد كتب العلوم بدليل للمعلم، وكتيبات مصاحبة للمتعلمين .
- إعداد قائمة لموضوعات تدريس العلوم لسنوات المرحلة الإعدادية الثلاث يستخدمه المتعلم طوال سني المرحلة، ويكون قائماً على المدخل المتداخل Inter Disciplinary Approach لمعالجة القضايا البيئية والعلمية ذات الصبغة المحلية والعالمية .
- بناء اختبارات تدريبية مفتوحة ( ليس لها إجابات محدودة ) أو تكليفات حرة فى مجال العلوم تشتمل على مهارات البحث والاستقصاء والتعلم الذاتي .

**خلاصة وتعقيب :**

إن المقترحات بشأن تنوع مصادر المعرفة لتنمية الاستنارة العلمية فى تدريس العلوم بالمرحلة الإعدادية ، قد تواجه بالاعتراض أو الرفض في ظل مناهج تتسم بالثبات ، وعدم الرغبة الصادقة فى التجديد والتطوير والتحديث ، لذلك فالرؤى التي طرحت ، قد تبدو صعبة أو تحتاج فى تطبيقها إلى مجتمعات متقدمة في نظرتها إلى العلم والتعليم ، وإلى نظام تعليمي مرن، ولكن ما لا يدرك كله لا يجب أن يترك كله .

وبنظرة تحليلية فى ضوء ما سبق فإننا لا نجد بين أيدينا سوى مصدر واحد لتدريس العلوم بالمرحلة الإعدادية هو كتب تدريس العلوم المدرسية ، وهو أمر قد لا تتحقق معه الاستنارة العلمية التي ننشدها ، وينشدها تدريس العلوم بالمرحلة الإعدادية .

وعلى الرغم من هذا فقد استخدمت عناوين كتب العلوم للصفوف الثلاثة للمرحلة الإعدادية مفردات جيدة المعنى، ومناسبة للمرحلة العمرية، ومتمشية مع طبيعة العصر الذي نعيشه، فقد حمل كتاب العلوم للصف الأول عنوان " العلوم والمستقبل " مما يوحي بأن الكتاب سيناقش موضوعات وقضايا علمية وثيقة الصلة بالمستقبل القريب والبعيد، أما كتاب الصف الثاني فكان عنوانه " أنت والعلوم " موحيًا بدور المتعلم نحو العلوم ومضامينها، وكيفية التعامل مع خبراتها وحقائقها المتغيرة والمتطورة. بينما كان عنوان كتاب العلوم للصف الثالث هو " العلوم وحياة الإنسان " وهى مفردات توحي بالدور المتميز الذي تؤديه العلوم فى حياة الإنسان، وتعكس فى نفس الوقت طبيعة العلاقة بين العلم والمجتمع .

أما بالنسبة للمراجع فلئن كانت قد كُتبت فى كتاب الصف الأول بطريقةٍ شابها بعض القصور، فإنها قد اختفت تماماً من كتاب الصف الثاني ( وكذلك كتاب الصف الثالث ) ، وكأنما انعدمت الحاجة إلى وجودها أو الإشارة إليها . أما بالنسبة للمحتوى العلمي فقد كان التدرج والتسلسل فى عرض الموضوعات فى الكتب الثلاثة موفقاً ، وكذلك فى الانتقال من وحدة إلى أخرى فى تسلسل منطقي ، وإن عاب المحتوى الفصل الواضح بين موضوعات الفيزياء والكيمياء والتاريخ الطبيعي وعدم الاهتمام بتكاملها .

رابعا : أنشطة تعليم وتعلم العلوم والاستنارة العلمية في المرحلة الإعدادية:

كانت جميع الأنشطة التي تضمنتها الكتب الثلاثة إجبارية، ليس فيها أنشطة اختيارية ينتخب من بينها التلميذ ما يوافق ميوله وقدراته ، أو يترك للمعلم مجال المفاضلة بينها بما يناسب ظروف فصله وإمكانيات مدرسته وتلاميذه لذلك تم تحليل جميع الأنشطة التي تتضمنها الكتب الثلاثة ( وعددها 122 نشاطاً ) إلى أنشطة فردية وأنشطة جماعية ؛ ويُرجع ذلك إلى أن الكتب الثلاثة فرضت على المتعلم أنشطة بعينها ولم تقُدم له أنشطة اختيارية، ليفاضل هو أو معلمه من بينها أو يختارا ما يناسبهما ويناسب الموضوع والبيئة والإمكانيات... مما يستوجب إعادة النظر فى هذا المجال ليتحقق التوازن بين الأنشطة المطروحة، وضرورة أن تكون هناك أنشطة حرة، وأنشطة خارجية لاصفّية لتنمية الاستنارة العلمية للتلاميذ .

أما بالنسبة للرسوم والأشكال والصور فقد بلغ عدد الرسوم والصور والأشكال التي تضمنتها الكتب الثلاثة (464). تضمن كتاب الصف الأول منها (144) بنسبة (31.35%)تضمن كتاب الصف الثاني (111) بنسبة (23.92%) من أجمالي الكتب ؛ وتضمن كتاب الصف الثالث (209) بنسبة (45.05%) من أجمالي العدد الكلى ، وتوضح هذه النسب عند مقارنتها ، أن كتاب العلوم للصف الثالث ضم العدد الأكبر من الرسوم والأشكال والصور إذا قورن بكتابي الصفين الآخرين ، رغم أن المنطق التربوي يميل إلى زيادتها فيهما أكثر لمزيد من الإيضاح والتفسير لهذه السن الصغيرة، باعتبار أن تلميذ الصف الثالث ازداد نضجه العقلي وقدرته على التعامل مع التجريب بصورة أفضل ، واصبح على درجة من الاستنارة .

خامسا :الاستنارة العلمية والاستراتيجيات الحديثة لتدريس العلوم في المرحلة الإعدادية:

مهما كان تنظيم المنهج جيداً ومتميزاً، إلا أن المعلم إذا لم يكن مؤهلاً لاستخدام مداخل حديثة ومتطورة ، فإن هذا الجهد فى تقديم وصياغة المحتوى يمكن أن يذهب سدى . وتلعب استراتيجيات التعلم النشط دوراً أساسياً في تحقيق هدف الاستنارة العلمية في ظل طبيعة العلاقة التبادلية بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة (STSE) .

ويبرز الاهتمام بالتعلم النشط ، ودوره فى تنمية الاستنارة العلمية من أن معظم المتعلمين يعانون من التشتت أثناء تدريس العلوم ، وأن المعلم يجد صعوبة في المحافظة على انتباهم طوال فترة التدريس ، بينما يزداد معدل تعليمهم وتعلمهم عندما يكون لهم دور إيجابي فى ذلك ، وعندما نسمح لهم باستخدام مصادر التعلم المختلفة أثناء عملية التعلم . ويؤكد وينج وماى (Wing&May,2001) فى دراستهما على أهمية التعلم النشط فى تنمية الاستنارة العلمية للطلاب المعلمين ، من خلال البحث عن مدى تنمية الفهم ، والمهارات ، والميول العلمية لدى طلاب معلمي العلوم ، والتي تشكل المكونات الأساسية للاستنارة العلمية عقب المشاركة فى الأنشطة العلمية .

ومن الإستراتيجيات التدريسية القائمة على التعلم النشط : الذكاء المتعدد ، الاستقصاء الجماعي ، الأركان أو المحطات ، التعلم التعاوني، المدخل المتداخل ، دورة التعلم وعمليات العلم ،
، مع ملاحظة أنه لا توجد طريقة مثلى للتدريس تصلح لجميع المتعلمين ، بل للمعلم أن يوظف عدة طرق في موقف التعلم الواحد .

سادساً تقويم الاستنارة العلمية من خلال تعليم وتعلم العلوم في المرحلة الإعدادية :

تم تحليل الأسئلة التي طرحها محتوى الكتب الثلاثة، والأمثلة المتضمنة داخل الوحدات ، والتدريبات الختامية ونماذج الامتحانات، لمعرفة مدى تغطيتها لجوانب التعلم ( المعرفية والمهارية والوجدانية ) فى كل كتاب على حده وفى الكتب الثلاثة مجتمعة. وقد لوحظ أن الكتب الثلاثة اولت اهتماما أكبر لقياس الجانب المعرفي على حساب الجانبين المهارى والوجداني ، فمن مجموع ( 454) سؤالاً تضمنتها ، كان عدد أسئلة الجانب المعرفي (411) سؤالاً بنسبة (90.53%) ، وكان عدد أسئلة الجانب المهارى (39) سؤالاً بنسبة (8.59%) أما الجانب الوجداني فلم يزد عدد أسئلته عن (أربعة) أسئلة بنسبة (0.88%) . مما يستوجب ضرورة إعادة النظر فى صياغة هذه الأسئلة بحيث تخاطب المستويات العليا من التفكير وتحقيق الاستنارة العلمية .

وقد أهملت الكتب الثلاثة تنمية التفكير الابتكارى لدى المتعلمين، فلم تقدم لهم فى أي كتاب أسئلة مفتوحة تخاطب هذا الجانب، كما يجب أن تعتمد أسئلة كتب العلوم على مداخل متنوعة كمدخل حل المشكلات، والتعلم بالاكتشاف شبه الموجه ، والاكتشاف الحر، وعمليات العلم...وغيرها . مما يجعلنا نطالب بمزيد من العناية بتحقيق التوازن بين جوانب التعلم الثلاثة لصالح المتعلم والتعلم والعملية التعليمية بأكملها .

ومن وسائل التقويم التي تستخدم لتحقيق الاستنارة العلمية من خلال تعليم وتعلم العلوم في المرحلة الإعدادية والتي تركز على إيجابية المتعلم : الحقيبة التقويمية (Cathy,1992) .

**نظرة مستقبلية / توصيات ومقترحات :**

فى ضوء الواقع الحالي لتدريس العلوم ومدى تحقق الاستنارة العلمية كهدف من أهدافه ، وفى ضوء عرض الاتجاهات الحديثة والتصور المقترح لتنمية الاستنارة العلمية توصى الدراسة بالتوصيات والمقترحات التالية :

- إتاحة الفرصة لطرق أخرى لتأليف كتب تدريس العلوم : مثل ورش العمل للمعنيين بتدريس العلوم، مع الأخذ بنظام تعدد كتب تدريس العلوم للصف أو المقرر الواحد، ومعاملتها على أنها إحدى مصادر المعرفة إلى جانب استخدام أنشطة ومصادر أخرى غيرها .
- التأكيد على ربط المقررات الدراسية التكنولوجيا والعلم والمجتمع والبيئة المحلية مع وجود قدر مشترك من المفاهيم الأساسية يشترك فيه التلاميذ جميعاً.
- تحقيق التوازن المطلوب بين جوانب أهداف تدريس العلوم ( المعرفية والانفعالية والمهارية والاجتماعية) بما يحقق الاستنارة العلمية .
- التنوع فى الأنشطة المقدمة للمتعلم فى كل صف دراسي بحيث تتضمن ـ إلى جانب الأنشطة الفردية والإجبارية ـ أنشطة جماعية ، وأنشطة حرة ، وأنشطة اثرائية بما يناسب القضايا العلمية المستحدثة كالهندسة الوراثية، والتلوث الفضائي، وأزمة المياه ، والطاقة الشمسية ، وغيرها .
- تقديم محتوى الكتب بطريقة تحفز المتعلم على التفكير والابتكار، من خلال مواقف ومشكلات تتطلب تعدد وجهات النظر، وتنمى الفكر المستنير لديه بحيث يكون المعلم فيها : ملاحظاً وموجهاً ومرشداً.
- الآخذ فى تقديم المحتوى بتنظيمات أخرى متنوعة : كالتنظيم التكنولوجي ، والسيكولوجي مع استخدام مدخل النظم المتداخلة Interdisciplinary Approach فى تنظيم خبرات تجمع بين فروع العلوم المختلفة فى وحدة العلم، وتتخلى عن الحدود التقليدية الفاصلة بين الفيزياء والكيمياء والتاريخ الطبيعي ، وغيرها من فروع العلوم الأخرى
- التأكيد ـ إلى جانب العنصر السابق ـ على ضرورة استخدام مداخل مختلفة للتدريس كالمدخل البيئي، ومدخل المفاهيم، ومدخل عمليات العلم مع دورة التعلم ، ومدخل التعلم التعاوني والذكاء المتعدد وغيرها.
- ضرورة تضمين كتب العلوم قوائم للمراجع والمصادر، التي تحث على القراءة الحرة والتفكير الناقد ، وكذلك توفير قوائم بالمواد والأدوات المختلفة التي تتمشى مع طبيعة العصر الحالي .
- دعم التعاون بين المؤسسات غير الحكومية ( المشاركة المجتمعية ) مع المؤسسات التعليمية فى تطوير بيئة التعلم بما يحقق الاستنارة العلمية .
- تدريب معلمي العلوم قبل الخدمة ( طلاب كليات التربية ) واثناء الخدمة ( القائمين بالتدريس حالياً) على الاتجاهات الحديثة فى تدريس العلوم . والآخذ بنظم الإعداد الآلي ، ونظم المداخل المتعددة ومدخل الكفايات فى إعداد معلمي العلوم بكليات التربية ,
- مراجعة مناهج إعداد المعلم بكليات التربية والعلوم بصفة دائمة ومستمرة، لرفع مستواه الأكاديمي والتربوي والثقافي.

## المراجـــع


1. أحمد خيري كاظم ، فتحي عبد المقصود الديب . ( 1996 ) . " ورقة عمل حول إعداد معلمي العلوم لمراحل التعليم العام وفق نظام الساعات المعتمدة " . المؤتمر القومي لتطوير إعداد المعلم وتدريبه ورعايته .الجمعية المصرية للتنمية والطفولة مع وزارة التعليم في الفترة من 19 - 24 أكتوبر .القاهرة .ص ص 5 – 7 .
2. احسان خليل الاغا ، جمال عبد ربه الزعانين . ( 2000 ) . " مدى توافر عناصر التنور العلمي في كتب العلوم للمرحلة الإعدادية ، المؤتمر العلمي الرابع التربية العلمية للجميع ، القرية الرياضية بالإسماعيلية 31 يوليو – 3 أغسطس 2000 ، الجمعية المصرية للتربية العلمية مركز تطوير العلوم ، جامعة عين شمس – العباسية ، ص ص 163 – 197.
3. اسماعيل محمد الدرديرى ، رشدي فتحي كامل. (1999 ) . تقويم كتب العلوم المدرسية فى المرحلة الإعدادية بين الموقع الحالي و تحديات الألفية الثالث. مجلة البحث فى التربية و علم النفس ، المجلد الثاني عشر، العدد الثالث، يناير. ص ص 221 – 265
4. الجمعية المصرية للتنمية. ( 1994). " المؤتمر القومي لتطوير التعليم الإعدادي " ، التقرير النهائي ورشة العمل التحضيرية للمؤتمر، القاهرة: روز اليوسف الجديدة، ص ص 99 - 107.

5. الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس . (1990 ) ." مستويات التنور لدى المعلمين فى مصر – دراسة مسحية – " . الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس ، المؤتمر العلمي الثاني ، ( إعداد المعلم التراكمات والتحديات ) ، الإسكندرية 15-18 مايو .
6. الن أ . جلا تهورن . ( 1995) . قيادة المنهج . ترجمة سلام سيد أحمد ، وآخرون ، الرياض : جامعة الملك سعود ، عمادة شئون المكتبات .ص ص 437-439.
7. اليونسكو .( 1994 ) .التعليم الابتدائي في الوطن العربي .الحاضر و المستقبل ، عمان : الأردن .
8. تمام إسماعيل تمام . (1996) . " استخدام التعليم الفردي بالرزم التعليمية فى تدريس المفاهيم العلمية المتضمنة فى موضوعات القياس وأثره على التحصيل المعرفي والمهارات العلمية لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي ، مجلة البحث فى التربية وعلم النفس ، كلية التربية ؛ جامعة المنيا ، المجلد التاسع ، العدد الرابع .
9. جابر عبد الحميد جابر. ( 1997) . "التعليم وتحديات القرن الحادي والعشرين". بحوث مؤتمر تربية الغد في العالم العربي . مجلة كلية التربية. جامعة الإمارات، مارس، ص ص155: 179.
10. سلام سيد أحمد . (1992) . " تنمية الوعى العلمي لدى طلاب المرحلة الثانوية في دول الخليج". الرياض: مكتب التربية العربي لدول الخليج، ص ص 3- 112 .
11. سلام سيد أحمد .(1996 ) . "التربية العلمية والتقنية في جامعات دول الخليج العربي "، رسالة الخليج العربي ، مكتب التربية العربي لدول الخليج ، العدد ( 59 ) ، السنة ( 17 ) ، ص ص 115 - 146 .
12. سلام سيد أحمد ، صفيه محمد احمد سلام . (1983) . عمليات العلم : تعلمها وقياسها . برنامج تدريبي . المنيا : دار حراء .
13. صفيه محمد احمد سلام . (1983) . تدريب مدرسي العلوم بالمدرسة الابتدائية قبل الخدمة (طلاب دور المعلمين ) على بعض عمليات العلم الأساسية وأثر ذلك على اكتسابهم لهذه العمليات . المنيا : دار حراء .
14. عبد السلام مصطفى عبد السلام . ( 2003 ) . " إصلاح التربية العلمية في ضوء معايير المعرفة المهنية لمعلم معلمي العلوم ". المؤتمر العلمي السابع نحو تربية علمية أفضل فندق المرجان – فايد – الإسماعيلية في القدرة من 27 إلى 30 يوليو 2003 ، الجمعية المصرية للتربية العلمية ، كلية التربية – جامعة عين شمس – رو كسي القاهرة : ص ص 239 – 240 .
15. عبد الفتاح جلال . ( 1995). " تطوير التعليم الإعدادي وتحديات القرن الحادي والعشرين" مجلة العلوم التربوية، السنة الأولى، العددان الثالث والرابع ديسمبر 94، مارس 95، ص ص 39 - 51 .
16. عماد الدين عبد المجيد الوسيمي .( 1998 )." فاعلية استخدام كتب الأطفال العلمية في إكساب تلاميذ مرحلة التعليم الأساسي بعض عناصر الثقافة العلمية . " الجمعية المصرية للتربية العلمية ، مجلة التربية العلمية ، المجلد 1 ، العدد3 ، ص ص 1 – 39 .
17. عمر سيد خليل .( 1991 ) . "مستويات التنور العلمي لدى معلمي العلوم في محافظة أسيوط ". مجلة كلية التربية بأسيوط . جامعة أسيوط ، العدد السابع ، المجلد الأول ، يناير .
18. ماهر إسماعيل صبري محمد يوسف . (2001 ) .التنوير العلمي التقني مدخل للتربية في القرن الجديد . المملكة العربية السعودية . مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية.ص ص 49 - 52
19. محرز عبده يوسف الغنام . ( 2000 ) . " دراسة تحليلية لمحتوى مناهج العلوم بالمرحلتين الابتدائية والإعدادية في ضوء بعض أبعاد التنور العلمي " . المؤتمر العلمي الرابع التربية العلمية للجميع ، القرية لرياضية بالإسماعيلية 31 يوليو – 3 أغسطس 2000 ، الجمعية المصرية للتربية العلمية مركز تطوير العلوم ، جامعة عين شمس – العباسية .ص ص 29 – 68 .
20. محمد جمال الدين عبد الحميد ، وخليل يوسف الخليلي .( 1995 )." التنوير العلمي في مجلات الأطفال العربية . ورقة إلى الملتقى الفكري للباحثين في دراسات التربية العلمية جامعة البحرين .المنامة ، من 18 – 20 أبريل ، ص ص 1 – 13 .
21. محمد رضا البغدادي .( 1995 ) ." مستويات التنور العلمي في ضوء أشكال الوعي الحياتي لدى خريجي المدارس الثانوية في محافظات شمال الصعيد " . الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس ، المؤتمر العلمي السابع ( التعليم الثانوي وتحديات القرن الحادي والعشرين ) . القاهرة – الجامعة العمالية من 7-10 أغسطس ، المجلد 1، ص ص 1-15 .

**22.** محمد صابر سليم .( 1989 ) ."التنور العلمي حقيقة تفرض نفسها على خبراء المناهج "، دراسات في المناهج و طرق التدريس ، العدد الخامس .

**23.** محمد صابر سليم .( 1994 ) ." التنوير العلمي حقيقة تفرض نفسها على واضعي مناهج التعليم " . نقابة المهن التعليمية ، اجتماع المجلس التنفيذي لاتحاد المعلمين العرب ، الندوة التربوية بمبنى جامعة الدول العربية ، القاهرة : من 10- 15 ديسمبر ن ص ص2-14.

**24.** محمد على نصر . (1997 ) . " التغيرات العلمية والتكنولوجية ـ المعاصرة والمستقبلية ـ وانعكاسها على التربية العلمية وتدريس العلوم" ،الجمعية المصرية للتربية والعلوم، المجلد الأول ، ( 10 - 13 ) أغسطس ، ص ص125 - 152 .

**25.** محمد نجيب مصطفى ، أحمد عبد الرحمن الجندي .( 1995 ) .مستويات الثقافة العلمية لدى معلمي المرحلة الابتدائية، مجلة كلية التربية ، جامعة الأزهر ، العدد 51 ، أغسطس .

**26.** مدحت أحمد النمر. 1991 ) . مدى تناول مقررات العلوم الطبيعية بالتعليم العام بالقضايا ذات الصلة بالعلم و التكنولوجيا . الجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس ، المؤتمر العلمي الثالث ( رؤى مستقبلية لمناهج الوطن العربي ) ، الإسكندرية ، ص ص 1065 – 1088 .

**27.** مركز التطوير التربوي بالتعاون مع وزارة التربية جمهورية مصر العربية . (2002) . ورشة عملا لنظار والموجهين و دليل المشاركين ، محافظات المنيا ، بنى سويف ، الفيوم، ص ص 8 : 14 . .

**28.** Bordeaux ,A.V.(2001).Science Education Reform for the 21 st Century : Analyzing Policy Imperative for Effective Teaching Through Recruitment , Renewal, and Retention .PhD, Dissertation Abstract International pub No: 3029734.

**29.** Cathy , G , . ( 1992 ) : The Portfolio and its Use : Developmentally Appropriate Assessment of Young Children . ERIC Digest NO . 351150 .

**30.** Chen , C . T . L (2001). Teaching and Learning Science as a Human Activity : An ethnographic Investigation of the Social processes Involved in elementary School . Science . PhD , D.A.I. , Pup No : 3005 465.p515.

**31.** Ckilinski , A & others . (1996) Books Help Teachers Achieve Science Literacy Office of Education Research and Improvement, Washing. DC. ..

**32.** Clark.T,B.(2000). "An Investigation of Children's Levels of Inquiry in an Informal Science Setting" , PhD, D.A.I. No: 9990706.

**33.** David .R.,(1995) . The Planning of Non Formal Education. New York ,The Praeger Publishers.

**34.** Dodin,F.T. &Rather,L.H.(1997). The Moravian Church's Education Work in Lahl Kinnaur and LadakhL, 1856-1994, pp287-308.

**35.** Donald, K . C . et al (1998 ) : The Western Heritage , Vol. II : Since 1648 , 6 th ed. ., Upper Saddle River , NJ : Prentice Hall .

**36.** Duran , A.A . (2000) . " Milton , Education and the Scientific Revolution " PhD, D . A . I . , pub NO . 9986086 , P . 3579 .

**37.** Ferrigno & et al. (1994). Development and Evaluation of a Series of Hypermedia Educational Systems for the Earth Science in Educational Multimedia and Hypermedia, 1994, Proceedings of ED-MEDIA 94. World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, Vancouver, British Columbia, Canada, June, 25-30, 1994, ERIC ED. 388244)..

**38.** International Bureau of Education. (2001): Science Education for Contemporary Society: Problems, Issues and Dilemmas. Final Report of the International Workshop on the Reform in the Teaching of Science and Technology at Primary Level in Asia : Comparative References to Europe .

**39.** Jackson, D.L. ( 1997) ."Case Studies of Microcomputer and Interactive Video simulation middle School Earth Science Teaching " Journal of Science Education and Technology ,Vol.6,No.2.pp127-141.
**40.** Johnson, M.J&Vaughan, S. (1992). Empowering Teachers Through Technology: Developing The Rural School of the 21st Century: U.S: Washington. .
**41.** Madhukar, C.T.(2000). Teaching in Route to Freedom : A Seekers Quest for Enlightenment , Haike, HI,USA, htt://www.neti-neti.org
**42.** Melboume , F . L . ( 1995 ) . Scientific Literacy for All , Braved County Public School , Florida , U . S . A .
**43.** Miller , J . D . ( 1995 ) . " Achieving Scientific Literacy A problem based Learning Experience for physics(On line) .Available at http : // www . imsa . edu / project / isin .
**44.** Mitman, A. L. & others. (1987) . "Instruction Addressing the Component of Scientific Literacy and Relating to Student Outcomes" , Winter Vol . 24 . NO 4 ..
**45.** Ramseier , E . (2001) . " Scientific Literacy of Upper. Secondary Student. " A Swiss Perspective Studies in Educational Evaluation : Vol . 27 , No . 1 , p p 47 – 64 . ERIC .NO : EJ 628782 .
**46.** Richard , E. et al ( 1995 ) , Attitudes Toward Nuclear Energy : One Potential Path for Activating Scientific Literacy , Science Education , vol. 79 , no.2. .
**47.** Rossman, P. (2000). The Emerging Worldwide Electronic University : Information Age Global Higher Education Contributions of the Study of Education. U.S
**48.** ShotweL , R . A . ( 1996 ) . Scientific Literacy ,A Paper Presented at the National Institute for Stall Organization Development Conference Teaching and Leadership , Austin , TX ,may , 24 – 29.
**49.** -Watson ,J.B (2001). The Effect of Embedded Metacognative Cues and Probes on Use of Learner Control Features in an on line Lesson for Elementary Students, PhD, D.A.I. No020876.
**50.** Wing.M.S.& May H,C.(2001)." Developing Scientific Literacy for Student Teachers through Active Learning .Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching . Vol. 2,No.2.Artical3.

**********

# تقويم تجربة الامتحانات المركزيّة الجامعيّة في الجامعة التكنولوجية

عبد الحسين غانم صخي و غيدا كريم ياس
الجامعة التكنولوجية
بغداد، العراق

## 1-1 مقدمة

تعد الاختبارات التحصيلية أحد وسائل القياس المهمة لقياس أداء الطلبة لمعرفة مدى التحصيل في المادة العلمية المراد تقويمها. وعلى الرغم من تعدد المدخلات في العملية التربوية يبقى الطلبة يشكلون العنصر الاهم من بين العناصر الداخلة في العملية التربوية .

ولهذا فأن الطلبة يعدون اهم مدخلات العملية التربوية ان لم نقل بأنهم المدخل الوحيد فيها. وعلى الرغم من ان المدخلات الأخرى في العملية التربوية لاتقل أهمية واثراً في مجال التربية والتعليم الا ان التركيز في تقويم أي عملية تربوية ينصب على دراسة تحصيل الطلبة سواء في مادة واحدة او تقويم كلي شامل لجميع المواد الدراسية .

ففي النظام الدراسي بالجامعات العراقية تجرى امتحانات نهائية في نهاية السنة الدراسية الهدف منها قياس اداء الطلبة في الموضوعات التي درسوها بهدف تقويم الأداء العلمي في الجامعة لتلك السنة الدراسية.

غالباً ما توضع الأسئلة الامتحانية من قبل تدريسي المادة الدراسية . وعلى الرغم من ان الأسئلة الامتحانية التي تعد من قبل التدريسيين تكون غير موضوعية لأنها تفتقر الى الموثوقية والصدق والثبات الا انها تعد الوسيلة الأكثر شيوعاً واستعمالاً لقياس أداء وتحصيل الطلبة في الجامعات العراقية.

وبهدف الوقوف على حقيقة أداء الطلبة في الامتحانات النهائية سعت وزارة التعليم العالي والبحث العالي بانتهاج أسلوب الامتحانات المركزية الوزارية . وتعد هذه التجربة من التجارب المهمة في النظام التربوي الجامعي لانها تسعى الى تقويم الأستاذ والطالب على حد سواء.

وهذه الامتحانات المركزية تعد بصيغة موحدة لجميع الجامعات في القطر وعلى مستوى الأقسام العلمية ضمن القطاع الواحد في جميع الجامعات العراقية.

وعلى الرغم من ان الامتحانات المركزية لم ترتق الى مستوى الامتحانات الموضوعية الا انها حقق الأهداف الاساسية المراد تحقيقها مما ادى الى اعتمادها كسياق عمل سوف تمارس في نهاية كل عام دراسي وبنسبة لا تقل عن ( 10%) من الموضوعات الدراسة في الكلية او الجامعة . حيث تم ممارسة هذا النمط من الاختبار لمدة خمسة سنوات ولغاية 2002 وقد توقف العمل بهذا الأسلوب لسنة 2003 بسبب الظروف التي مر بها البلد.

ولكي تعمم تجربة الامتحانات المركزية فقد طُلب من الجامعات والكليات اعتماد أسلوب الامتحانات المركزية الجامعية بمعنى ان الجامعات تضع أسئلة مركزية كأسلوب بديل او ساند الى الامتحانات المركزية الوزارية.

وبعد قيام الجامعة التكنولوجية بتطبيق الامتحانات المركزية الجامعية لعدة سنوات لابد من دراسة هذه التجربة للوقوف على مدى تحقيقها الى الأهداف التي وضعت من اجلها ومن هنا جاءت فكرة هذا البحث.

## 2-1 أهداف البحث

يهدف البحث الحالي الى تقويم تجربة الامتحانات المركزية الجامعية من خلال مقارنة اداء الطلبة في درجة السعي السنوي والأداء في الامتحانات المركزية الجامعية ومعرفة فيما كانت هناك فروق معنوية في الاداء بين اداء الطلبة في درجة السعي السنوي والدرجة النهائية في امتحان نهاية السنة الدراسية.

## 3-1 حدود البحث

يتحدد البحث الحالي بدراسة الأداء في الامتحانات للموضوعات التي تم شمولها بالامتحانات المركزية الجامعية فقط ولجميع أقسام الجامعة التكنولوجية للعام الدراسي (2002/2001).

## 4-1 أهمية البحث والحاجة.

تتجلى أهمية البحث الحالي في كونه الأول من نوعه في دراسة شمولية لمقارنة الأداء بين الامتحانات المركزية الجامعية واداء الطلبة في السعي السنوي في كل مادة دراسية.

ولكون تجربة الامتحانات المركزية الجامعية تعد هي الأخرى من التجارب الحديثة التي تمارس على على نطاق التعليم العالي في العراق.

كما ان أهمية هذا البحث تنبثق من أيجاد قاعدة معرفية معلوماتية فيما يتصل بما تؤول أليه العملية التربوية في ضوء أداء الطلبة في نهاية السنة بالامتحانات المركزية الجامعية . حيث ان الامتحانات المركزية الجامعية تشكل محكاً في تقويم الطالب والتدريسي على حد سواء. حيث ان أداء الطلبة في ضوء الامتحانات المركزية الجامعية يعكس مدى قدرة التدريسي في تحقيق أهداف المادة الدراسية في ضوء أداء الطلبة واستجاباتهم

على الأسئلة في الامتحانات المركزية . وبهذا فأن أهمية هذا البحث تكمن في الارتقاء بعملية التقويم لتشمل مدخلات أخرى بالإضافة إلى الطلبة.

**1-2 إجراءات البحث :**

بهدف جمع البيانات اللازمة لأغراض تحقيق أهداف هذا البحث فقد تم تعميم كتاب الى الأقسام العلمية كافة بتاريخ( 2002/9/28 ) بهدف تزويد الباحثين بالمعلومات المطلوبة بما يتعلق بنتائج الدور الأول للمواد الدراسية التي جرت فيها امتحانات مركزية جامعية. وفي ضوء هذا التعميم استجابة الأقسام العلمية حيث تبين ان عدد الامتحانات المركزية الجامعية التي جرت في الأقسام العلمية كان عددها (41) من مجموع الموضوعات الدراسية في الجامعة والبالغ عددها (392) موضوعاً دراسياً على نطاق الدراسة الأولية وللوجبتين الصباحية والمسائية كما موضح في الجدول رقم (1).

| | القسم | عدد الموضوعات التي جرى بها امتحان مركزي | عدد طلبة القسم | عدد الطلبة المشاركين مركزياً | نسبة المشاركة |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | مكائن | 3 | 1545 | 525 | 33.98 |
| 2 | كهرباء | 3 | 650 | 430 | 66.15 |
| 3 | بناء | 16 | 2109 | 2269 | 107.58 |
| 4 | تعليم تكنولوجي | 4 | 700 | 202 | 28.85 |
| 5 | سيطرة | 1 | 414 | 85 | 20.53 |
| 6 | إنتاج ومعادن | 2 | 1100 | 117 | 10.63 |
| 7 | كيماوي | 1 | 1040 | 106 | 18.19 |
| 8 | معماري | - | 322 | - | - |
| 9 | حاسبات | - | 739 | - | - |
| 10 | علوم | 11 | 630 | 245 | 38.88 |
| 11 | برامجيات | - | 477 | - | - |
| 12 | مواد | - | 279 | - | - |
| مجموع | | 41 | 10005 | 3979 | 39.77 |

شكل (1) يوضح عدد الامتحانات المركزية لكل قسم من أقسام الجامعة التكنولوجية

ولكي تتحقق اهداف البحث والوصول الى مقارنة بين اداء الطالب خلال الجهد السنوي في ضوء درجات السعي السنوي مع أداء الطلبة في الامتحانات النهائية المركزية التي تعدها الجامعة فقد تم اعتماد المؤشرات الآتية :

1. نسبة النجاح في درجات السعي و الامتحان المركزي:

تشكل نسبة النجاح في الاداء الجامعي مؤشراً مهما لمعرفة كفاءة العملية التربوية و غالباً ما يعد هذا المؤشر الأساسي لتقويم العملية التربوية رغم انة مؤشر ليس دقيقاً لانة يعتمد على الكم ولا يعتمد على النوع . فقد تكون نسبة النجاح عالية ألانها ذات نوعية واطئة بسبب تدني درجات النجاح كمؤشر بين الادائين .

2. المدى في السعي السنوي والمدى في الامتحانات المركزية:

يعد المدى احد مقاييس التشتت ويعول عليه في معرفة التباين في اداء الطلبة بين المادة الواحدة او المواد المختلفة او الاختبارات المختلفة. فكلما كان المدى قصير فأن ذلك مؤشر على تقارب اداء الطلبة وقلة الاختلاف بينهم ويمكن ان يكون المدى أحد المؤشرات النوعية في الأداء الجامعي رغم انه لا يوضح كامل الحقيقة في الأداء.

3. المتوسط الحسابي في السعي السنوي والمتوسط الحسابي في الامتحان المركزي:

يستخدم المتوسط الحسابي للمقارنة بين الأداء لتحصيل الطلبة. فكلما كان المتوسط الحسابي كبير كلما كان ذلك مؤشراً على التفوق في التحصيل . الا ان المتوسط الحسابي لا يعطي الحقيقة كاملة لانه يتأثر في الدرجات المتطرفة . ومع هذا فيمكن ان يكون المتوسط الحسابي من المؤشرات النوعية المهمة.

4. حساب الانحراف المعياري للسعي والامتحان المركزي:

يعد الانحراف المعياري من أهم مؤشرات الأداء النوعية وهو ايضاً من اهم مقاييس التشتت التي تعتمد في الدراسات الإحصائية ويشكل المؤشر المهم بين المؤشرات الأخرى. فكلما كان مقدار الانحراف المعياري قليل كلما دل على تجانس أفراد المجموعة في الأداء. ولهذا فسيتم تحليل النتائج في ضوء جميع المؤشرات السابقة الذكر مع التركيز على مؤشرات التشتت لانها اكثر دقة في توضيح الأداء التربوي وتشخيص مكامن القوة والضعف فيها.

5.الاختبارات التائية T-Test-

لمعرفة دلالة الفروق بين درجات السعي السنوي ودرجات الامتحان المركزي وهل هي ذات دلالة معنوية ام لا فقد تم أعتماد الفرضية الصفرية Ho
لا توجد فروق معنوية بين اداء الطلبة في السعي السنوي والاداء في الامتحانات المركزية وعلى مستوى دلالة0.05 . واختبار هذه الفرضية أمام الفرضية البديلة HA التي تقول توجد فروق معنوية بين الأداء.

لقد قام الباحثان بجمع البيانات وتبويبها ومن ثم حساب القيمة التائية المحسوبة ومقارنتها مع القيمة التائية الجدولية.

وبعد إكمال حساب القيم التائية ومقارنتها ومعرفة فيما اذا كانت ذات دلالة إحصائية ام لا فقد تم وضع البيانات في الجدول رقم ( 2) الذي يلخص جميع الإجراءات التي قام بها الباحثان للتوصل الى النتائج الخاصة بمقارنة الأداء بين درجات السعي السنوي للطلبة وتلك الدرجات التي يحصل عليها الطلبة في الامتحانات المركزية التي تعدها الجامعة.

**1-3 النتائج ومناقشتها:**

قبل ان نقوم بمناقشة النتائج لابد من التذكير هنا بأن الأسئلة التي توضع من قبل التدريسي Teacher made examination لاتكون أسئلة موضوعية لانها لم يعد وفق الأهداف التربوية للمادة الدراسية وذلك لغياب النهج السليم في أعداد المناهج واهداف المادة الدراسية .

اما الأسئلة التي تعدها الجامعة فهي الاخرى لم تكن موضوعية لنفس السبب اعلاه غالباً ما تعد هذه الأسئلة من قبل التدريسيين ممن سبق لهم ان درسوا المادة سابقاً .

وبعد هذا التنويه فسوف نعمل على استعراض النتائج التي توصل اليها البحث وفق المؤشرات التي تم ذكرها سابقاً في الفصل الثاني وكما يأتي:-

1- نسبة النجاح:

تراوحت نسبة النجاح في السعي السنوي بين (100%) الى (54.11%) في حين كانت نسبة النجاح في الامتحانات المركزية بين (100%) الى اقل نسبة (23.3%) وهذا يوضح بأن نسبة النجاح في السعي السنوي هي أفضل عنها في الامتحانات المركزية وكانت (32) مادة دراسية نسبة النجاح فيها في السعي افضل من نسبة النجاح في الأداء بالامتحانات المركزية . وكانت (6) مواد دراسية أعلى في نسبة النجاح في الامتحانات المركزية و (3) مادة دراسية قد تساوت بها نسبة النجاح في السعي والامتحانات المركزية.

2- المدى في السعي والامتحان المركزي:

يقع المدى في السعي السنوي في اعلى درجة له (82) واقل مدى (14) اما المدى في الامتحانات المركزية فقد كان اعلى درجة لهُ (95) واقل مدى (28) هذا يؤكد التباين في اداء الطلبة في الامتحانات المركزية اكثر مما هو عليه في السعي السنوي كان هناك (8) مواد دراسية فيها المدى في السعي السنوي اكبر من المدى في الامتحانات المركزية ومادة واحدة بنفس المدى وهناك (32) مادة دراسية فيها المدى اقل في السعي السنوي عما هو عليه في الامتحانات المركزية.

3- المتوسط الحسابي:

تراوح المتوسط الحسابي لدرجات الطلبة في السعي السنوي من اعلى درجة لهُ (72.7) الى اقل درجة لمتوسط الحسابي حيث بلغت (49.76) أما المتوسط الحسابي في أداء الطلبة في الامتحانات المركزية فكانت أعلى مقدار لهُ (86.4) واقل مقدار له (44.05) . كان هناك (14) مادة دراسية فيها المتوسط الحسابي بالامتحانات المركزية أعلى من السعي السنوي في حين كانت هناك (27) مادة دراسية المتوسط الحسابي للسعي السنوي أعلى من المتوسط الحسابي في الامتحانات المركزية.

4- الانحراف المعياري:

كما سبق وأن ذكرنا بأن الانحراف المعياري يعد أحد مقاييس التشتت فكلما كان مقدار الانحراف المعياري قليل كلما دل ذلك على تقارب أداء المجموعة وتجمعها حول الوسط الحسابي. وكان أعلى انحراف معياري لدرجات السعي السنوي (37.49) واقل مدى (1.79) أما في الامتحانات المركزية فقد كان أعلى انحراف معياري (21.28) واقل انحراف معياري (7.2) . وهناك (8) مواد دراسية فيها الانحراف المعياري أعلى في السعي السنوي من الانحراف المعياري في الامتحانات المركزية و (33) مادة دراسية فيها الانحراف المعياري في السعي أقل من الامتحانات المركزية. وهذا يؤكد أن التشتت في السعي السنوي هو اقل من التشتت في الامتحانات المركزية .

5- الدلالة الإحصائية ومعنوية الاختبارات التائية:

أن الاختبارات التائية لمعرفة معنوية الفروق بين درجات الطلبة في السعي السنوي والدرجات في الامتحانات المركزية لمعرفة فيما اذا كانت الفروق ذات دلالة إحصائية ام لا. وبعد أجراء الحسابات المطلوبة تبين آلاتي :

لقد بلغ عدد المواد الدراسية التي كانت فيها الفروق ذات دلالة إحصائية (29) مادة دراسية فيها (22) مادة دراسية كانت ذات دلالة إحصائية لصالح درجات السعي السنوي (*) و (7) مواد دراسية كانت ذات دلالة إحصائية لصالح الامتحانات المركزية (**) . وبلغت المواد الدراسية التي ليست فيها دلالة إحصائية معنوية (12) مادة دراسية .

ومن هذا يمكن أن نستنتج بأن أداء الطلبة في السعي السنوي كان أفضل عما هو عليه في الامتحانات المركزية.

**2-3 الاستنتاجات:**

من خلال مطالعة النتائج وتحليلها فأن غالبية المؤشرات التي اعتمدها هذا البحث تميل الى ترجيح أفضلية أداء الطلبة في درجات السعي السنوي عما هو عليه في الامتحانات المركزية التي تعدها الجامعة.
ومع كون الامتحانات المركزية هي وسيلة احترازية وتقويمية مرجعية الا أنها لم تحقق مديات ابعد مما كان مخطط لها لكي ترتقي الى مستوى يؤهلها لتكون أداة فاعلة .
لذا فأن الباحثين يران ضرورة اعتماد أسلوب الاختبارات المعيارية التي تعد وفق الأهداف التربوية للمواد الدراسية على ان تكون هذه الاختبارات مقننة ذات صدق وثبات وتقيس ما أعدت لقياسه تتمتع بدرجة مقبولة من الصعوبة والقوة التميزية والاتساق الداخلي.

**المصادر**


1- احمد ، محمد عبد السلام ، " القياس النفسي والتربوي "، مكتبة النهضة المصرية .
2- Hunts berger ,David . H .,Billingsley ,Patrick.,” Elements of statslical inference “ , 4th Ed, Allyn and Bacon , Inc., Boston , 1979.
3- Popham , W. James.,” Education Evaluation” , Printice- Hall , Inc., Englewood cliffs , 1973.
4- Hopkins , Kenneth. D. , Glass , Gene.V., “ Basic statistics for the Behavioral Sciences “. , Prentice- Hall , Inc. , Englewood , 1978.

تابع جدول ( ٢ )

| القسم العلمي و المادة الدراسية | عدد الطلبة المشاركين | نسبة النجاح بالسعي | نسبة النجاح بالمركزي | المدى بالسعي | المدى بالمركزي | الوسط الحسابي بالسعي | الوسط الحسابي بالمركزي | الانحراف المعياري بالسعي | الانحراف المعياري بالمركزي | الدلالة الإحصائية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| خرسانة الثاني | ٩٨ | ٩٣,٨٧ | ٨٠,١ | ٣٦,٤ | ٦٩ | ٦٠,٨٦ | ٥٩,٨٨ | ٨,٩١ | ١٣,١٥ | ليست ذات دلالة |
| إحصاء الثاني | ١٣٧ | ٨٦,١٣ | ٨٩,٧٨ | ٦٧,٥ | ٧٢ | ٦١,٤١ | ٧٣,٠٢ | ٣٧,٤٩ | ١٧,٧٩ | ذات دلالة ** |
| المساحة الثاني | ١٣٤ | ٥٦,٦ | ٧٠,٨٩ | ٦٢,٦ | ٧٠ | ٥٥,٢٦ | ٥٦,٦ | ١٢،١٢ | ١٦,٣٧ | ليست ذات دلالة |
| الرياضيات الثاني | ١٣٦ | ٧٣,٥٢ | ٦٨,٣٨ | ٧٤,٥ | ٦٦,٥ | ٥٨,٤٢ | ٥٥,٢٤ | ١٢,٧٥ | ١٣,٢٦ | ذات دلالة * |
| خرسانة ثالث | ٧٦ | ٨٩,٤ | ٧٣,٦٨ | ٤٧,٥ | ٤٣,٣٣ | ٥٨,٩٦ | ٥٥,٢٨ | ١٤,٧٧ | ١٧،١٧ | ذات دلالة * |
| التربة ثالث | ١٦٨ | ٩٢,٢٦ | ٦٧,١ | ٨٢ | ٧٦ | ٦٢,٥٩ | ٥٩,٩٢ | ١٢,٧٧ | ١٦,٤٢ | ذات دلالة * |
| الثقافة ثالث | ١٦٢ | ٩٦,٢ | ٩٠,١٢ | ٥٠ | ٤٥ | ٦٥,٣٩ | ٦٢,٥ | ١٠,٤٣ | ٧,٨٢ | ذات دلالة * |
| التعليم التكنولوجي | | | | | | | | | | |
| هندسة كهربائية الأول | ٤٠ | ٧٢,٥ | ٤٧,٥ | ٧٨ | ٧٨ | ٥٢,٩٥ | ٤٥,٩ | ٦,٢٤ | ١٦,١٧ | ذات دلالة * |
| مكائن كهربائية الثاني | ٩٨ | ٩٣,٨ | ٤٣,٨ | ٤٦ | ٤٨ | ٥٩,٤ | ٤٧,١٢ | ٦,٦٢ | ١١,٧٢ | ذات دلالة * |
| مقاومة مواد ثاني | ٦٤ | ٥٤,٦ | ٢٣,٣ | ٣٨ | ٧٢ | ٥٥,٣ | ٤٩,٥ | ٨,٥٠ | ١٥,٤١ | ذات دلالة * |
| سيطرة رابع | ٧٣ | ٨٦,٣ | ٦١,٦ | ٣٢ | ٦٤ | ٥٩,٠٢ | ٥٢,٤٢ | ١,٧٩ | ١١,١٩ | ذات دلالة * |
| الإنتاج و المعادن | | | | | | | | | | |
| علم المواد الأول | ٧٣ | ٦٤,٣ | ٣٦,٩ | ٥٦ | ٦٨ | ٥٤,٣ | ٤٤,٠٥ | ١٣,٧٦ | ١٤,٢٦ | ذات دلالة * |
| بحوث عمليات الرابع | ٤٤ | ٩٧,٧ | ٧٩,٥ | ٥١ | ٦١ | ٦٨,٦ | ٦٣,٧ | ١٣,١٦ | ١٨,٣ | ذات دلالة * |
| السيطرة و الحاسبات | | | | | | | | | | |
| برمجة بلغة ( C ) الثاني | ٨٥ | ٧٠,٥ | ٦٩,٤ | ٦١ | ٨٣ | ٥٣,٦ | ٥٧,٣ | ١٤,٤ | ١٩,٧ | ليست ذات دلالة |

| القسم العلمي و المادة الدراسية | عدد الطلبة المشاركين | نسبة النجاح بالسعي | نسبة النجاح بالمركزي | المدى بالسعي | المدى بالمركزي | الوسط الحسابي بالسعي | الوسط الحسابي بالمركزي | الانحراف المعياري بالسعي | الانحراف المعياري بالمركزي | الدلالة الإحصائية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تابع جدول ( ٢ ) | | | | | | | | | | |
| الهندسة الكيمياوية | | | | | | | | | | |
| الميكانيك أول | ١٠٦ | ٨٢ | ٨٠ | ٥٠ | ٥٣ | ٥٧,٩ | ٥٦,٥ | ١٠,٥ | ٩,٣ | ليست ذات دلالة |
| قسم العلوم التطبيقية | | | | | | | | | | |
| كيمياء تحليلية أول | ٣٥ | ١٠٠ | ٩٤,٢ | ٣٧,٨ | ٤٦ | ٧٢,٧ | ٦٨,٥ | ٧,٦ | ١٠,٥ | ذات دلالة * |
| فيزياء عامة أول | ٢٣ | ٨٢,٦ | ٨٢,٦ | ٤١ | ٥٩ | ٦٠,٧ | ٦٤,٢ | ١١,٣ | ١٧,٠٧ | ليست ذات دلالة |
| رياضيات أول | ١٥ | ٩٣,٣ | ٩٣,٣ | ٤٨ | ٦٠ | ٦٨,٢ | ٧١,٧ | ١٢,٠٦ | ١٦,٧ | ذات دلالة ** |
| الكهربائية أول | ١٧ | ١٠٠ | ١٠٠ | ١٨ | ٣٠ | ٦٩,٦ | ٨٦,٤ | ٦,٢ | ٨,٠ | ذات دلالة ** |
| البرمجة الثاني | ٣٥ | ١٠٠ | ٨٠ | ١٤ | ٥٢ | ٧٢,٥ | ٦٣,٩ | ٤,١٢ | ١٣,٤ | ذات دلالة * |
| البرمجة الثاني مواد | ١٥ | ١٠٠ | ٨٠ | ٤٠ | ٣٨ | ٦٨,٢ | ٦١,٦ | ٥,٨ | ١٠,٩ | ذات دلالة * |
| ثرموديناميك الثاني | ١٣ | ١٠٠ | ١٠٠ | ٣٠ | ٢٨ | ٦٣,٥ | ٧٣,٣ | ٧,٨ | ٧,٢ | ذات دلالة ** |
| البرمجة ثاني فيزياء | ١٣ | ١٠٠ | ٧٦,٩ | ١٤ | ٣٢ | ٦٧,٧ | ٥٥,٣ | ٤,٢ | ٩,٢ | ذات دلالة * |
| ثرموديناميك ليزر ثاني | ٣٥ | ١٠٠ | ١٠٠ | ٢٨ | ٣٦ | ٦٨,٢ | ٧٢,٥ | ٦,٨ | ٩,٢ | ذات دلالة ** |
| ثرموديناميك مواد ثاني | ١٧ | ١٠٠ | ١٠٠ | ٢٤ | ٣٢ | ٦٣,٣ | ٧٠,٢ | ٧,٣ | ٩,٥ | ذات دلالة ** |
| تحليل عددي ثالث | ٢٧ | ١٠٠ | ٨٥,١ | ٢٦ | ٣٨ | ٦٧,٧ | ٦٠,٨ | ٨,٤ | ١١,٣ | ذات دلالة * |

**********

# Evaluation of the performance of instructors and students in light of examination results: a follow up study

Abdul Hussein Sikhi, Dari Youssef Al-Samarai, and Anmar Natek
University of Technology
Baghdad, Iraq

Many universities in Iraq use the final examination grades to assess students and select the best performers among them. Consequently, the researcher investigated the following questions in an attempt to understand the current situation at their university.

1. Are there significant differences (.05 levels) between the performance of year two and year three students?
2. Is there a correlation between performance of year two and year three students?

In addition, the study aimed at comparing the performance of teachers of different subjects.

Results showed that the performance of students as well as teachers was not adequate; a situation that necessitates reviewing the curriculum and preparing more competent teachers.

## تقويم آداء التدريسيين والطلبة في الجامعة التكنولوجيّة قسم التعليم التكنولجي في ضوء النتائج الامتحانية دراسة تتبعيّة

عبد الحسين غانم صخي و ضاري يوسف السمرائي وانمار ناطق
الجامعة التكنولوجية
بغداد، العراق

في العديد من الجامعات في القطر لم ترتق عمليّات تقويم الأداء إلى أبعد من عمليّة القياس وهي بذلك تعتمد على الاختبارات النهائية فقط لتقويم الجامعات معتمدة بذلك على درجات الطلبة في الموضوعات المختلفة ومن ثم معدلات الطلبة لتحديد مستويات الطلبة وتقرير الأفضل من بينهم في ضوء هذه المعدلات. وفي محاولة من الباحثين للدخول في عمليّات تقويم أداء الطلبة والتدريس في ضوء نتائج الامتحانات النهائية فقد تم إجراء البحث الحالي للإجابة عن الأسئلة الآتية:

1 – هل توجد فروق ذات دلالة معنويّة بين اداء الطلبة في الصف الثاني والصف الثالث وعلى مستوى دلالة (0.05).

2 - هل توجد علاقة ارتباطية بين اداء الطلبة في المرحلتين الدراسيتين.

3 – مقارنة اداء التدريسين في ضوء نتائج الطلبة حسب الموضوعات التي يدرسونها.

وللإجابة على هذه الأسئلة تم أخذ عينة قصديّة من طلاّب المرحلة الثانية عددهم (25) طالب وتحليل درجاتهم في المرحلتين الدراسيتين الثانية والثالثة في الامتحانات النهائية وحجم العينة كان يمثل (25%) من مجموع طلبة القسم لتلك السنوات.

بعد تحديد العينة تمّ إجراء المعاملات الإحصائية بهدف الإجابة على أسئلة البحث حيث تبين عدم وجود فوارق ذات دلالة إحصائية بين اداء الطلبة في الصف الثاني والصف الثالث وهذا يدلل استقرار أداء الطلبة وتجانس التحصيل في المرحلتين. كما أثبتت النتائج وجود علاقة ارتباطيّة موجبة وقوية (r=0.85) بين أداء الطلبة في الصف الثاني والصف الثالث وهذا يدلل على أن الطالب الجيد التحصيل في الصف الثاني قد حافظ على مستوى أداءه في الصف الثالث. أما أداء التدريسين فكان أفضل أداء بمعدل (68.32) وانحراف معياري (11.52) ومدى (50) وأقل أداء كان بمعدل (54.24) وانحراف معياري (6.1) ومدى (23).

لقد تم حساب المعدل العام لجميع الدروس وجميع الطلبة في الصف الثاني فكان (61.74). أما المعدل العام للسنة الثالثة فكان (62.29). لقد تبين من نتائج البحث أن أداء الطلبة بشكل عام لم يكن في مستوى الطموح

وكذلك أداء التدريسين مما يتطلب إعادة النظر في المناهج بشكل عام وأعداد التدريسين أعداداً تربوياً أفضل وحثهم على الدخول في دورات تربوية في طرائق التدريس واستخدام الوسائل التعليميّة وزيادة المهارات في إعداد الأسئلة الامتحانية وغيرها من الإجراءات التي من شأنها رفع كفاءة الأداء.

**********

## Preparing and implementing an educational program for studying fatigue phenomenon

Dahlia N. A. Altuhafi
Central Follow Up Department
Ministry of Planning & Development Cooperation
Baghdad, Iraq

The purpose of this study was to design, implement, and evaluate the effectiveness of a computer program that aimed to teach the fatigue phenomenon. The most significant conclusions that can be drawn fro the results of the research include:

1) The reliance on self learning principles has a positive effect students' skills. In addition, this approach has the potential to reduce the time, effort and cost.

2) Using computers in learning provides opportunities to teach the course repeatedly and provide students with confidence in using computers in learning.

## إعداد وتنفيذ برنامج تعليمي لدراسة ظاهرة الكلال

داليا ناظم عبد الحميد التحافي
دائرة المتابعة المركزية في وزارة التخطيط
بغداد، العراق

شهدت العلوم والمعارف المختلفــة تطور وتقدم في مجالات تعلمها وتعليمها وقد كان لتكنولوجيا التعليم بمفهومها الحديث من أجهزة ومواد ومواقف تعليمية وستراتيجيـة تدريس وتقويم مستمر وتغذيـة مرتدة مع المشــاركة الفعالة , دور في زيادة مردود العملية التعليمية , ولا يمكن تصور تكنولوجيا التعليم بدون أدوات ومعدات وهي بمثابة حامل لأدوات التعلم ومن الطبيعي أن يكون التصميم الهندسي المؤثر الأساس الذي يبني العملية التعليمية من والى الطلبة.

نظرا لما تشكله ظاهرة الكلال من أهمية, حيث يعتبر فشل الكلال بصورة عامة مشكلة تؤثر على أي جزء يتعرض لاحمال ديناميكية تتغير قيمتها مع الزمن فالكثير من المركبات الأرضية والطائرات والسفن وكثير من الأجزاء الهندسية المتحركة الأخرى تعتبر أمثلة واقعية في بيان أهمية وسلوك الكلال على المعادن, فقد تم تصميم برنامج حاسوبي تعليمي باستخدام الطريقة الإرشادية لدراسة موضوع ظاهرة فشل الكلال كان الهدف منه تزويد الفئة المنتفعة بالخبرات التعليمية الخاصة بهذا الموضوع .من أهم الاستنتاجات التي توصل اليها البحث الحالي:

1. إن اعتماد مبادئ التعلم الذاتي في تصميم وتنفيذ البرنامج التعليمي اثر إيجابي في إتقان الطالب لمفاهيم موضوع ظاهرة فشل الكلال واختصار الزمن والمجهود والتكلفة المادية.
2. استخدام الحاسوب في التعليم يعطي حرية إعادة الموضوع لاكثر من مرة من دون حرج او خوف.

**********

# Blending the intellectual and the moral in pursuit of deeper understandings: "The teaching and learning of physical sciences in Lebanese middle school classrooms"

Sara Salloum
Department of Curriculum & Instruction
University of Illinois at Urbana-Champaign
U.S.A

## Introduction

School science appears to be unwelcoming to many students. Many students, for example females and minorities, feel alienated when learning within the traditional dominant science culture (Ladson-Billings & Tate, 1995). This is disturbing for two reasons. First, science teaching should help all students internalize conceptual understandings of major science concepts in order to develop scientific literacy which entails developing knowledge, skills, and attitudes that empower them to make informed decisions, and lead better lives in an increasingly techno-scientifically-laden world (AAAS, 1990; NCERD, 1997; NRC, 1996). Second, the alienation of some students from science deprives the scientific endeavor itself of new and diverse perspectives that would enrich various sciences (Keller, 1997). So, a concern of science educators should be elucidating why many students still do not acquire scientific understandings despite wide-ranging reform efforts. It is our belief that the perplexity engulfing this issue can be better illuminated if moral dimensions of the teaching are considered in science education research in addition to the cognitive, social, sociocultural, and affective.

Physical Science Teaching and Learning

Many students have difficulty learning certain physical science concepts (Confrey, 1990). Of the many factors contributing to this state of affairs is the prevalence of rote learning and teaching for algorithmic problem solving rather than for conceptual understanding. Lebanon is no exception in these regards (BouJaoude & Abd-El-Khalick, in press; BouJaoude, Salloum, & Abd-El-Khalick, 2004). It is suggested that prevalence of teaching for algorithmic problem solving contributes to alienation that some students feel towards science. Investigating issues related to lack of conceptual understandings in science and thus student alienation calls for close inquiry into what goes on in science classrooms. There is a need for deeper understandings of the teaching and learning of physical sciences. However, attempting to understand science classrooms as social phenomena where knowledge is generated and made sense of is not an easy undertaking. Such understanding requires looking at the teaching and learning processes from different perspectives and conceptual frameworks.

## The Problem

Much of the research in science education has been guided by constructivist and sociocultural frameworks, which have provided innumerable and valuable insights about science learning and teaching. However, the picture that these frameworks provide appears to have undervalued the moral dimensions of teaching. They do not appreciate the moral nature of teaching, acknowledge teachers' strife to do what is

"right," or attend to the strong judgments that teachers undertake on daily basis (Pendlebury, 1995). In a sense, constructivist and sociocultural perspectives, while necessary, need to be enriched with a moral dimension. In this proposal, we develop a framework in which we consider and scrutinize different intertwining sociocultural, cognitive, and moral aspects in physical science classrooms. This broader framework draws on practical hermeneutics (Gallagher, 1992). This perspective in concerned with understanding teaching and learning as forms of "being" in the world situated within a moral and ethical space. Gallagher asserted that an educational experience is hermeneutical, where teachers and students are constantly involved in acts of interpretation and understanding, where, these acts are not merely cognitive or epistemological, but are in the very nature of being human. Thus, educational experiences involve teachers and students in interpreting subject matter, their roles and identities, what constitutes "good" and moral practices, and how they are committed to such "goods." Here "good" does not refer to universal codes of ethics shared by all practitioners or students, but rather to the vigorous and particular value judgments undertaken day-to-day within the teaching/learning context.

**Purpose of the Study**

The proposed research aims to (a) understand the dynamics of Lebanese physical science middle school classrooms with a focus on the embodied and lived character of norms, expectations, and aspirations that both constitute and reflect classroom discourse and action, and (b) understand the meanings that actors in the social setting of physical science classrooms attach to their behaviors and the commitments that guide them as they resolve dilemmas of teaching and learning and (c) understand how different moral, cognitive, and social aspects of teaching and learning blend in physical science classroom.

More specifically the study was guided by the following questions:

(1) What does it mean to be a "good" teacher and student in a physical science classroom from the perspective of teachers?

(2) How are identities, moral commitments, and responsibilities negotiated by the social actors?

(3) What types of understandings, are targeted in physical sciences classrooms? How do these aspects reflect "good" practice as seen by teachers and students?

(4) How do moral commitments interact with "cognitive" aspects (e.g., types of scientific understandings) and socioeconomic contexts in the participant classrooms?

**Research Methods**

Case studies of three physical science teachers in distinctly different socioeconomic contexts in Lebanon were conducted using primarily ethnographic methods of interviewing and observation: A teacher in private affluent and competitive school in Beirut (urban setting), a teacher in a public school in a big town other than the capital city of Beirut, and a teachers public school in a rural area. This variability shed light on possible influences of socioeconomic strata (and associated sociocultural facets) on teaching and learning experiences.

Participants and Contexts

The three teachers in this study teach in three different school contexts. Two of the teachers, Miss Dunia and Miss Natalie, teach in the public school sector. And the third teacher, Mss Maya, teaches in a private school that is famous for its high

academic standard. A key difference between public schools and private schools is that private schools can be selective about the students they admit and they can expel students who do not measure up to their academic or disciplinary standards. Whereas, the public schools in Lebanon cannot deny entrance to any student if there is a capacity for them in the classrooms. Students can get retained in their classes if they do not pass the exams, but cannot be expelled or asked to transfer to another school except under very rare cases.

Participants of this study were three physical science teachers, who teach both Grade 8 and 9. Grade 9 students of all Lebanon sit at the end of the academic year for high stakes unified official exams in all subjects (the Brevet Degree). The teachers' teaching experience ranged between 6 and 18 years.

Data Generation Methods and Analysis

The following data generation methods were used: (a) observations in the classrooms; (b) several interviews and dialogues with the teachers; (c) informal discussions with groups of student; and (d) scrutiny of artifacts that students both use and produce while learning physical sciences. Participant teachers were interviewed by another researcher (other than the authors) about their views about nature of physical sciences, and their ideas about teaching and learning of science. Teachers' views were examined toward the conclusion of the study so as not to color our initial observations. Science classroom activities were observed for a time period of 5 months. During classroom observations, field notes were analyzed for emergent themes or issues, and to look for critical instances. These critical instances were used as subjects to explore with teachers on weekly or bi-weekly basis. The physical science teachers were asked about the sense making, meanings, and rationalization they engage in during their science learning experiences.

Analysis of interviews and observation was done through "direct interpretation" (Stake, 1995) and themes and issues about the teaching and learning of physical science were extracted from field notes, dialogues, and artifacts according to the research questions. For example, special attention was given to the development of conceptual understandings and what seemed to be valued in class. A critical and key issue was to integrate and triangulate the different data generated: the researcher's observations and the teachers' statements, and to look for points of interest when those seem to converge and/or diverge, thus gaining insights about different dynamics that take shape in the classroom; and to broaden spaces for dialogue with the teachers. Moreover, such dynamics also were compared among the three schools to look for similarities and differences.

In their turn the themes and issues that emerge shed light on what teachers consider as "good" science teaching. From these themes and issues at the commitments of teachers becomes possible. In an attempt to further the validity of results the following strategies will be used: Triangulation and member checking (Stake 1995).

## Results

### Commitments:

Synthesis of the different data generation methods has shed light on a number of commitments that the three teachers have. In the following section apparent commitments of the teachers are described along with evidence for them.

Mss Dunia

Mss Dunia teaches in a village public school and has been teaching sciences there for a long while. The middle school is not a big one (~65 students). From my

classroom observations and our dialogues the following commitments seemed to prevail for Mss Dunia:

A commitment for preparation for the official exams. This commitment concerns what Mss Dunia does herself in class, not how students fare in the exams. Students' results, according to Mss Dunia, depend greatly on the students' own efforts and work. Evidence for this commitment is apparent themes such as the following:

- Mss Dunia would rather students derive formulae so that they remember them better.
- Mss Dunia thinks that she needs to stick to the curriculum because there are the official exams to reckon with, besides some scientific ideas are not really important to students.
- Mss Dunia finishes the set curriculum as soon as possible, and this puts her mind at ease, because she will not have sent the kids before the official exams and they have not practiced well for the exams.

A commitment to certain social norms that reflect a traditional authoritarian way of life. This is a more contextually-related commitment to an authoritarian norm that is still very common in non-urban areas through out Lebanon, and involves high regard to older persons and ones with certain authority (like teachers). Evidence for this commitment is apparent themes such as the following:

- Mss Dunia's occasional stern treatment of students is due to her belief that their poor performance is due to their negligence and lack of hard work, in addition to her non-satisfaction with their attitudes and behavior as kids and students

The commitment to an authoritarian norm seems to diminish considerations of diversity is students, which in itself can also reflect a local norm in Lebanese villages, where differences are not really very welcomed and a certain profile is valued. This in itself could have lead to the creation of an inner and an outer circle of students: a group of students is preferred as the inner circle and is set as an example for the others, who are set as an outer circle. The dynamics of such creation is evident in the mood change between the two classes that Mss Dunia shows sometimes when she goes from one class to the other.

A commitment to understanding science concepts. This commitment exists even though it is sometimes limited and seems overridden by a belief that students' are not doing their parts to understand and learn.

Mss Natalie

Miss Natalie teaches in a town public school and she is a younger teacher. The middle school is a medium sized one with around 200 students. Similarly, we tried to extract Miss Natalie's commitments from classroom observations, dialogues, and artifacts.

A commitment to do well in exams. Mss Natalie, as other teachers, take pride in her students well, especially in the official exams. This surfaced dialogues and observations through themes such as the following:

- Lab work helps students remember concepts that they may be asked about in the exam.
- Mss Yasmine explicitly mentions to her students misconceptions and mistakes that they may have or make.

A commitment to understanding the subject matter. A strong commitment to students understanding the subject matter surfaced in Mss Natalie's teaching and dialogues. A commitment to understanding science concepts prevailed over understandings of nature of science (NOS). Evidence for this commitment was manifested in the following themes:

- Mss Natalie tries to use lab work or demonstrations for explaining most lessons and uses questioning techniques to check for knowledge and understanding.
- Mss Yasmine sees the experimental dimension of science as very important "I think that it is important that students know that rules are based on experiment or speculation"

A commitment to diversity. Finally, there was evidence for a certain commitment to considerations of diversity in both instruction and students. Evidence for this commitment appeared in themes such as the following:

- Mss Yasmine sees the importance of lab work to increase students' motivation especially ones who are usually weak in science.
- Mss Yasmine has students use non-science activities to explain certain concepts, for example making advertisements for acids, bases, and salts.

Miss Maya teaches at a highly private competitive school in Beirut. There appeared to be an overarching commitment for Mss Maya.

A commitment to do well in exams. a commitment to do well in exams was manifested in emphasis on coverage of material and emphasis on mastering this material for higher grades in exams.

- Mss Maya explains and repeats explaining concepts for the most part by herself using a top-down hierarchy or deductive approach, starting from the general to the specific. This is even evident in lab work.
- Mss Maya believes that students work for the grade and only a few actually are interested in the material.
- Mss Maya reprimands students by mentioning their achievements in exams and quizzes.

**Discussion and Conclusion**

As noticed in the results section above a commitment for either preparing students of the official exams OR to do well in them prevailed across the three contexts, which is understandable due to the high stakes attached to official exams: sources of these concerns are school officials, administrators and parents. We distinguish "preparation for" and "doing well" because in the village public school around 50 % of the students fail the official exam and do not actually "do well" in it. Yet Miss Dunia does try hard to "prepare students for them".

The teachers' commitment of "preparing students for the exam" or "doing well in exams" seems threaded within a commitment of not letting down the different actors in the educational setting and mainly the students. Even though one has to add here that not letting down the students can take different shapes in the different contexts. For example both Miss Dunia and Miss Natalie (public schools) saw their duty as trying to help students reach a safe zone so as to overpass the hurdle of the Brevet official exams, whereas Mss Maya wanted them to have high grades since they need high grades to get into the majors they want at college.

We notice here that such a commitment of not letting down students have a moral dimension at its core. This can be to an extent that a teachers' credibility can be at stake as was further manifested in one of the researchers' dialogues with the teacher. For example, Mss Dunia insisted on being extra harsh in grading because she did not want discrepancies between her grades and those of the official exam graders.

Here one may suggest that trying to do what is "good" is manifested in having students gain right of passage to a new phase in their education and ultimately their life

plans and what may be available to them by passing the Brevet official exam. This particular "good" have influenced their other commitments. For example a commitment to understanding the subject matter and its nature becomes partial or even minimal due to several issues such as:

- The fact the Mss Dunia believes that she needs to stick to the curriculum of the official exam and to try not to go beyond it to prepare well for. Related to this is preparing students to answer in a certain way that will guarantee them to attain grades in the official exams (Bareme).
- The teacher's own depth of knowledge and understanding to the subject matter and NOS and her bias (or preference) to it, for example her major was in college, and how comfortable she is with the subject.
- It may also be related to the language (lack of fluency in English) issues that surface repeatedly in physical science classes, especially in the public schools.
- What also appears to me a stifling issue to such a commitment is the highly abstract, complicated, and mathematical nature of the scientific phenomenon and the knowledge involved in them. Such issue emerged in observation s and was even acknowledged by Miss Maya, who expressed that some material is too hard on Grade 9 students and yet they have to learn it in a way and solve problems about it.
- An additional inhibitor here may be what teachers are penalized for and held accountable for, which is their students' performance in the exams.

## References


American Association for the Advancement of Science. (1990). Science for all Americans. New York: Oxford University Press.

BouJaoude, S., & Abd-El-Khalick, F. (in press). A decade of science education research in Lebanon (1992-2002): Trends and issues. In K. Mutua and C. Sunal (Eds.), Research on education in Africa, the Caribbean, and the Middle East. Greenwich, CT: Information Age Publishing Inc.

BouJaoude, S., Salloum, S., & Abd-El-Khalick, F. (2004). Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems. International Journal of Science Education, 26, 63-84.

Confrey, J. (1990). A review of research on student conceptions in mathematics, science, and programming. Review of Research in Education, 16, 3-56

Edwards, D. (1993). But what do children really think?: Discourse analysis and conceptual content in children's talk. Cognition and Instruction, 11, 207-225

Gallagher, S. (1992). Hermeneutics and education. New York: State University of New York Press.

Keller, E. F. (1997). Feminism and science. In R. Boyd, P. Gasper & J. D. Trout (Eds.), The philosophy of science (pp. 279-288). Cambridge, MA: MIT Press.

Ladson-Billings, G., & Tate, W. F. (1995). Toward a critical race theory of education. Teachers College Record, 97, 47-67.

Lemke, J. L. (1990). Talking science: Language, learning, and values. New Jersey: Ablex.

[NCERD] National Center for Educational Research and Development. (1997). Manahej Al-Ta'alim Al-A'am Wa Ahdafaha [Public educational curricula and goals]. Beirut, Lebanon: Author.

[NRC] National Research Council (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academic Press.

Pendlebury, S. Reason and story in wise practice. In H. McEwan & K. Egan (Eds.), Narrative in teaching, learning and research (pp. 50-65). New York: Teachers College Press.

Stake, R. E. (1995). The art of case study research. Thousand Oaks, CA: Sage.

**********

# Lebanese Secondary School Students' Environmental Knowledge and Attitudes

Maha Haidar Makki
Science and Mathematics Education Center
American University of Beirut

Fouad Abd-El-Khalick
Department of Curriculum & Instruction
University of Illinois at Urbana-Champaign

Saouma BouJaoude
Science and Mathematics Education Center
American University of Beirut

## Introduction

Environmental education is crucially needed to prepare environmentally literate students who, as future citizens, will have the potential to play an active role in protecting the environment through making informed decisions and taking appropriate actions.

In 1997, environmental education was introduced into the general curriculum in Lebanon. This move emphasized, for the first time, the goal of preparing an environmentally literate generation (National Center for Educational Research and Development [NCERD], 1997). An environmental education component was integrated into subject areas such as Physics, Life Sciences, Biology, Chemistry, and Social Studies. The implementation of the augmented curriculum began in the academic year 1998-1999; the first generation to have followed the new curriculum in the secondary level graduated in the year 2001.

The purpose of this study was to assess secondary school students' environmental knowledge and attitudes in the Greater Beirut area. The study also explored the relationship between knowledge and attitude with biographical and academic variables: gender, grade level, high school stream, parental educational level, etc.

## Participants

The population for this study included students from grades 10 and 11 in secondary schools located in and around Beirut, Lebanon. The number of student participants amounted to 660—302 males (45.8%) and 358 females (54.2%). Their ages ranged from 14 to 19 years with an average of 16.49 years (SD = .91). Of all participants, 292 (44.2%) were in grade 10, while 368 (55.8%) were grade 11 students.

## Instrument

A questionnaire was developed by a set of researchers to assess participants' environmental knowledge and attitudes. The questionnaire consisted of two parts: Part I questions related to knowledge and Part II questions related to attitudes. Part I consisted of 34 multiple-choice items. Part II consisted of 28 four-point items based on Likert-type scale. The rationale for these latter items was the assessment of attitudes based on

Fishbein and Ajzen's (1975) theory. In particular, the items assess a respondent's beliefs, affect, and behavioral intention towards the environment as well as his or her commitment to environmental friendly behaviors.

**Results**

The mean total knowledge scores, which ranged from 53.74 to 56.31 out of 100 points, reflected less than adequate environmental knowledge. This is especially the case given that Part I of the questionnaire assessed participants' knowledge of basic environmental concepts, which were related to broad topics and relevant to participants' everyday lives.

The total attitude mean scores, which ranged from 76.25 to 77.73 out of 100 points, were relatively high, indicating that participants' attitudes toward the environment were favorable.

For all participant grades, the mean total knowledge scores for females and males were not significantly different ($t = .07$, $df = 658$, $p > .01$). Additionally, no significant differences were found between the mean total and subscale attitude scores for males and females in all participant grades ($t = 1.39$, $df = 640$, $p > .01$).

To test whether environmental knowledge and attitudes were related to parental level of education, the mean scores of participants with parents of different educational levels were computed. The means were compared using one-way analysis of variance (ANOVA). There were no significant differences between participants' mean attitude scores when grouped according to father's educational level ($F = .558$, $p = .69$) and mother's educational level ($F = 1.94$, $p = .10$). However, significant differences were found between participants' mean knowledge scores in the case of both father's educational level ($F = 5.00$, $p = .001$) and mother's educational level ($F = 3.35$, $p = .01$).

Post-hoc comparisons using the conservative Tukey procedure were conducted to evaluate pair wise differences in knowledge among students with parents of different educational levels. Results showed that the mean knowledge score of students with fathers having a Master's degree ($M = 60.56$) was significantly higher ($p < .001$) than those scores of students with fathers having "less than high school" education ($M = 51.72$). Additionally, the mean knowledge score of students with mothers having a Bachelor's degree ($M = 56.47$) was significantly higher ($p < .01$) than those of students with mothers having "less than high school" education ($M = 50.99$). It should be noted that the mean differences in both of these latter cases (8.84 and 5.48) are practically significant given that the standard deviations for the means are on the order f 14 points.

To assess whether participants' environmental knowledge, environmental attitudes, and commitment to environmental friendly behavior were related, a correlation matrix was generated. Participants' environmental knowledge was significantly related to their environmental attitudes ($p < .01$). The value of the correlation coefficient, however, was low ($r = .33$). Similarly, significant ($p < .01$) but low correlations were found between environmental knowledge and attitude subscales including beliefs ($r = .27$), affect ($r = .30$), intentions ($r = .17$), and behavior ($r = .22$) scores. Another noteworthy pattern was that participants' environmental beliefs were significantly ($p < .01$) and highly correlated with their environmental affect ($r = .75$) and intentions ($r = .72$), as well as their commitment to environmental friendly behavior ($r = .77$).

**Practical Implications**

The low mean scores on environmental knowledge reported in this study have two implications. First, Lebanese students do not possess the necessary knowledge tools to make decisions in regard to environmental issues. Second, students' school experiences are not making a difference in their environmental knowledge. Consequently, a variety of actions should be taken to remedy this situation. Firstly, teachers should receive adequate training and support in order for them to implement the curriculum adequately. Secondly, assessment practices should incorporate new approaches that encourage teachers to evaluate environmental issues. Thirdly, teacher knowledge about the environment should be up-to-date and teachers should be trained on the appropriate methods for teaching environmental topics. Fourthly, carefully developed textbooks and supporting instructional materials should be made available to all teachers and students in a timely fashion. Finally, there needs to be a realization that environmental issues are not "supplements" of the curriculum. Rather, they are integral components of the curriculum that should be taught, learned, and assessed as opposed to eliminated at the slightest hint of time pressure.

The favorability of environmental attitudes among students indicates that most of these students will welcome the introduction of environmental topics in school curricula. High school students in the sample showed high levels of environmental affect and commitment to environmental friendly behavior. This emotional involvement will make students receptive to instruction about the environment.

**Recommendations for Research**

The present study provides a gateway to more in-depth research by establishing a baseline about the level of Lebanese students' environmental knowledge and attitudes. Further research should focus on specific topics within the environment rather than the totality of the environment. Such inquiries will provide more elaborate data that could help in refining the curriculum.

**********

# The Effect of Inquiry Learning Strategies on Students' Acquisition of Basic Concepts in Electricity

Nada A. Chatila Afra
Lebanese American University
nafra@acs.edu.lb
Beirut-Lebanon
This study is part of a research work done for an M.A. in Education at the Lebanese American University.

## Introduction

Electricity is one of the basic areas in physics and in our everyday lives. Yet, everyday talk and imagery about electricity is very different from a scientific perspective. This divergence is fostered by the markedly high abstraction of this subject, making it a very fertile area for alternative conceptions. Voluminous research that identifies the different alternative conceptions about currents, voltages, resistors, and others has been published. Empirical findings have encouraged science education researchers to suggest remedial constructivist teaching strategies.

In Lebanon, very little research, if any, has been conducted about students' understanding of basic electricity concepts. The present action research study attempts to investigate the effect of inquiry learning strategies on the acquisition of conceptual understanding for a group of 12 Lebanese Brevet (equivalent to grade 9) students.

## Literature Review

For the last three decades, "conceptual understanding" has been a central concern in general and science education in particular. This interest can be attributed to the repeatedly reported failure of students to connect formal knowledge learned in schools and colleges to real world phenomena (Arons, 1997). Furthermore, this interest also follows in accordance with the constructivist theories that perceive students as active learners who come to class with preset ideas and beliefs about everyday phenomena. However, these beliefs are most often incompatible with acceptable scientific explanation; hence, the terminology "alternative conceptions".

Physics educators have been the pioneers in conducting research studies to investigate students' alternative conceptions in various physics topics, including simple electric circuits' concepts. Findings reveal common alternative conceptions about simple DC circuits across the board: from elementary to college and university students as well as future physics teachers (Cohen et al., 1983; Shipstone 1988; Arons, 1997; McDermott & Shaffer, 1992a).

Among the different electric circuit concepts, understanding of the electric current has been investigated the most. Findings reveal that many students adopt one or more conceptual model of electric current that is not compatible with the scientifically acceptable "conservation of current" model. Among these models, the most predominant are: the "unipolar", the "attenuation", and the "sharing" models. With regard to the "unipolar" model, its holders do not recognize the necessity of having a complete circuit—they treat electrical components as "electric sinks" where the current sent by the battery is totally transformed into light and/or heat (Fredette & Lochhead, 1980; Shipstone, 1988; McDermott & Shaffer, 1992a). As for the "attenuation" model, the students adopting it believe that the current leaving the battery from one end is "used-up" by the elements in the circuit, and only the unused portion returns back to the

other end of the battery (e.g. Evans, 1978; Shipstone, 1985; McDermott & Shaffer, 1992a). On the other hand, the students upholding the "sharing" model consider that components in a series circuit share the current and thus, identical components receive identical shares of the current (e.g. Shipstone, 1988; McDermott and Shaffer, 1992a; Saxena, 1992).

In addition, many studies have shown that students strongly believe that the battery is a source of a constant current regardless of the configuration of the circuit (e.g. Evans, 1978; Cohen et al., 1983; Licht, 1987; Shipstone, 1988; McDermott & Shaffer, 1992a; Saxena, 1992). This belief reveals that students have difficulty in understanding not only the role of batteries (Shipstone, 1985) but also more generally, the concept of voltage (Cohen et al., 1983; Psillos, Koumaras & Tiberghien, 1988; McDermott & Shaffer, 1992a). Voltage is often viewed as an attribute or a property of current rather than its cause (Cohen et al., 1982; Psillos et al., 1988) or viewed as a mere mathematical relation or application (Cohen et al., 1982). Findings revealed that even high-achieving students fail to realize that voltage and current are two completely different variables (e.g. Shipstone et al., 1988; Métioui et al., 1996) and are both necessary to describe or interpret an electric circuit (Psillos et al., 1988).

Researchers have also investigated student difficulties with the concept of resistance. Findings reveal that many students fail to develop a meaningful understanding of the concept of resistance instead tending to view resistors as the locus of dissipation of current in the form of heat or light (Cohen et al., 1983) or, as theoretical links between voltage and current (Licht, 1987). McDermott and Shaffer (1992a) and Saxena (1992) also found that many students tend to focus more on the number of elements or number of branches rather than on the configuration, and thus believe that two identical bulbs should brighten equally regardless of how they are connected. Such students have trouble accepting that the equivalent resistance of a parallel network decreases with an increase in the number of elements (Cohen et al., 1983; McDermott and Shaffer, 1992a).

In addition to the above, Joshua (1984) and McDermott and Shaffer (1992a) found that many students encounter difficulties in identifying series and parallel connections, especially when the circuits are drawn in unconventional ways. McDermott and Shaffer attributed this difficulty to the terms themselves, "series" and "parallel", which seem to evoke geometrical connections rather than electrical ones.

Meanwhile, research studies did not only attempt to reveal students' alternative conceptions and difficulties with simple DC circuits but also investigated their reasoning approaches. Many studies have shown that when reasoning about an electric circuit, students often fail to consider the circuit as a whole, i.e. where any change in any of the elements affects the whole circuit. Instead, findings constantly showed that students approach electric circuits with local and/or sequential types of reasoning (e.g. Shipstone, 1985; McDermott & Shaffer, 1992a; Métioui et al., 1996).

Students with local reasoning focus their attention on one point in the circuit and ignore what is happening elsewhere in the circuit; for instance, considering the battery as a constant source of current regardless of the configuration of the circuit (e.g. Cohen et al., 1983; Shipstone, 1988; McDermott & Shaffer, 1992a). On the other hand, students with sequential reasoning believe that when any dynamic change takes place in a circuit, only the elements coming after the point at which the change occurred are affected (e.g. Licht, 1987; Shipstone, 1988). For instance, Shipstone (1988) asked students to predict what would happen to the brightness of the bulb in figure 1 if either $R_1$ or $R_2$ was changed. Many students predicted that varying $R_1$ would lead to a change in the brightness of the bulb, whereas nothing would happen if $R_2$ was varied.

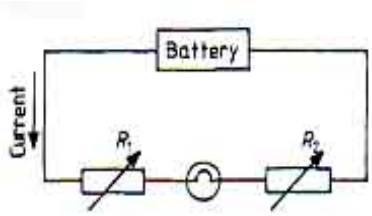



Figure 1
Circuit used to test for application of the sequential reasoning model

## Methodology

### Research Design

This study can be classified as an action-research study, a type of research that is defined as "the application of fact-finding to practical problem-solving in a social situation with a view to improving the quality of action within it" (Burns, 2000, p. 443). The researcher is a Physics teacher who, by conducting this research in her classroom, sought to develop professionally and also sought to enhance the quality of the teaching-learning practice in a grade 9 Lebanese Physics course by applying and testing an innovative approach in teaching the basic concepts of electricity.

### Participants

The study took place in a grade 9 Lebanese Brevet class at an American school in Beirut, Lebanon. The class consisted of 12 students, seven girls and five boys, all 14 to 15 years old. All of the students had comparable previous learning experience, as they all came from grade eight of the American educational system high school track. The grade nine year was their first year in the "Lebanese Program" track.

### Procedure

### The Implemented Approach

The implemented instructional approach is based on the research-based curriculum "Physics by Inquiry" (McDermott et al., 1996) developed by Lillian McDermott and the Physics Education Group at the University of Washington after long years of investigating students' alternative conceptions in physics. The implemented module, *Electric Circuits*, aims to help students construct "a conceptual model for an electric circuit from direct 'hands-on' experience with batteries and bulbs" (McDermott &Shaffer, 1992b, p. 1004). Therefore, the general instructional strategy used is mental modeling, whereby students are guided to build a conceptual model of electric circuits. This building process progresses from being purely qualitative, at the beginning of the approach, to becoming semi-quantitative, and then finally fully quantitative in the last stage.

In addition to mental modeling, the module *Electric Circuits* uses conceptual change strategies of the type "elicit, confront, resolve" to deal with persisting conceptual and reasoning difficulties. The activities are designed to elicit specific alternative conceptions and reasoning types in order to cause cognitive conflict whose resolution leads students through conceptual change.

The *Electric Circuit* module was slightly modified, especially in the semi-quantitative phase, to meet the requirements of the Lebanese program and at the same time ensure an environment of inquiry within the limited implementation time of the approach.

**Instruments for Data Collection**

At the beginning of the implementation phase, a pre-instructional test was administered to assess student understanding of the "complete circuit" concept.

During the implementation phase, fourteen tests designed by the researcher, in the form of quizzes and exams, were administered to identify the students' conceptual and reasoning difficulties and to measure development in building a conceptual model of the electric circuit. The questions were mainly subjective and were inspired from the activities of the *Physics by Inquiry* literature, as well as from the participants' conceptual difficulties that surfaced in classroom discussions.

At the end of the implementation phase, which lasted four months, the valid and reliable instrument "Determining and Interpreting Resistive Electric Circuit Concepts Test" DIRECT version 1.0 (Engelhardt & Beichner, 2003) was used as an immediate post-instructional test to assess the students' conceptual understanding of current, voltage, resistance, power, and energy, while simultaneously assessing their reasoning types. Three out of the 29 questions of the DIRECT 1.0 test were not administered, as they were not compatible with the objectives of the implemented teaching approach.

**Data Analysis Methods**

The data collected from the tests administered throughout the study were used to identify the conceptual and reasoning difficulties of the participants. With regard to the results of the pre-instructional test and the fourteen other tests administered, the researcher referred to literature (e.g. Shipstone et al., 1988; McDermott & Shaffer, 1992a) wherein patterns of responses, to questions about the behavior of DC circuits, are documented, analyzed, and categorized according to underlying comprehension difficulties. The subjective nature of the tests used in this study, and the way questions were designed to tackle specific difficulties, facilitated the aforementioned task—in the majority of cases, students' difficulties were typical and easy to categorize.

Conversely, the DIRECT test consisted merely of multiple-choice questions, where students had to choose one of three or four alternatives without having to explain or defend their choice. Consequently, identifying the participants' difficulties in a conclusive manner was a harder task. The researcher contacted the designer of the DIRECT test, Dr. Paula Engelhardt, who provided an unpublished document that categorizes students' choices of some alternatives as potential indicators of specific difficulties (based on interviews with college and high school students who took the same test). These classifications were treated by the researcher as mere proposals for categorization, not as definite categorizations. In order to ensure precise and objective categorization of difficulties, the researcher turned to a triangulation technique of judging. The chosen judge was an experienced secondary Physics teacher. Together, the researcher and the judge discussed the students' wrong choices alongside the classifications provided by Dr. Engelhardt. Whenever these classifications were found inappropriate, the researcher and the judge discussed the case in order to reach a solid agreement about identifying the underlying difficulties. For the very few cases where no agreement was reached, the difficulty was labeled as undecided.

**Results**

The analysis of the data revealed that most of the alternative conceptions reported in the literature were found to exist amongst the participants, which confirms Shipstone et al.'s (1988) findings that alternative conceptions are not confined to one educational system or to one country. The following describes the main difficulties identified:

With respect to the concept of current, all twelve participants demonstrated, at least once throughout the study, possession of alternative conceptions about current that do not comply with the scientifically acceptable "conservation of current" model. These alternative conceptions were all mentioned in the literature, and include the "unipolar", the "attenuation", and the "sharing" models of current (see Table 1).

As for the voltage concept, the findings also confirmed what has been repeatedly reported in the literature about student difficulty in viewing the voltage as the primary concept in the circuit and as the cause of current rather than its attribute (e.g. Evans, 1978; Cohen et al., 1983; Licht, 1987; Psillos et al., 1988; Shipstone et al., 1988; McDermott & Shaffer, 1992a; Saxena, 1992). Therefore, alternative conceptions such as "battery being a constant source of current" and "no current, no voltage distribution in the circuit" were very popular among the participants. This confusion between voltage and current manifested itself also in the way students attributed the properties of current to voltage, such as using the current's terminology of "passing through" for voltage, which also demonstrates the dominance of the intuitive "flow" imagery on the conceptualization of the DC circuit, a finding that is reported by McDermott and Shaffer (1992a).

In addition, the participants demonstrated difficulty with battery grouping. In fact, they tended to apply the intuitive rule "more of A, more of B" to batteries; thus, the more batteries in the circuit, the more the voltage regardless of the configuration of these batteries.

Moreover, even though the participants were all successful in applying Kirchhoff's second rule quantitatively in problem solving, many of them demonstrated having difficulty in applying it qualitatively to determine relative brightness of bulbs or to decide on the voltage of a component. This difficulty was mostly prevalent when a dynamic change was imposed on the circuit.

With respect to the concept of resistance, some participants exhibited failure in realizing that the resistance of a component is dependent only upon its own properties. Consequently, these students either considered that there would be no resistance if there were no current, or failed to differentiate between equivalent resistance of a branch and individual resistance within a branch, especially when inferring powers. In addition to these alternative conceptions reported by the literature (e.g. McDermott & Shaffer, 1992a), few participants tended to generalize Kirchhoff's second rule to resistors; this finding, as far as was known to us, was not reported in the literature. For instance, when asked to predict how the voltages, across $R_1$, $R_2$, $R_3$, and $R_4$ of the circuit shown in figure 2 (below), would change as a resistance $R_5$ is added in parallel to $R_2$, a student considered that "in $R_3$ and $R_4$, the voltage increased because there [sic.] because [sic.] more resistance since the resistance in $R_2$ and $R_5$ decreased".

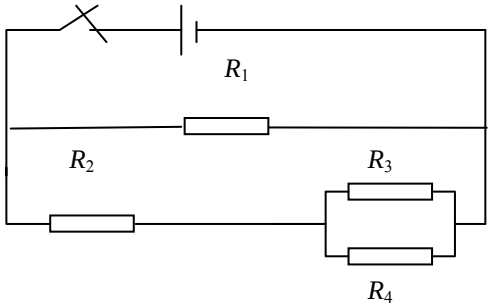



Figure 2
Predict how the voltages across $R_1$, $R_2$, $R_3$, and $R_4$ change if a resistance $R_5$ is added in parallel to $R_2$.

As reported in the literature (e.g. Cohen et al., 1983; McDermott & Shaffer, 1992a; Saxena, 1992), some participants tended to apply the intuitive rule "more of A, more B" to determine the equivalent resistance of a branch or a circuit, regardless of the configuration of the circuit.

As for the conceptual difficulties related to the physical aspects of the circuit, most participants demonstrated lack of concrete experience with bulbs and circuits; a finding that confirms what has been repeatedly mentioned in the literature (e.g. Evans, 1978; Shipstone, 1988; McDermott & Shaffer, 1992a). For instance, most of the participants had the notion of a complete circuit limited to merely having a closed loop without acknowledging the need of the "passing through" requirement, which reflects a difficulty in identifying the two contacts on a light bulb.

Furthermore, some participants exhibited difficulties in identifying series and parallel networks. The analysis of their answers revealed, as reported in the literature (Joshua, 1984; McDermott & Shaffer, 1992a), a distinct topological error by which they considered geometric parallels or series resistances to be electrical.

Also related to student difficulties with the physical aspects of circuits was a failure to identify a "short circuit" in a diagram, to differentiate between parallel branches across the battery and parallel branches elsewhere in the circuit, as well as to translate complicated realistic circuits into schematic circuit diagrams and vice versa. All these difficulties are identified and documented in the literature (e.g. McDermott & Shaffer, 1992a).

It is important to note that the identified difficulties were not solely conceptual; they were also related to the reasoning types of students. In fact, every participant demonstrated, at least once, a difficulty in holistic reasoning about a circuit; instead, he/she often exhibited local and, to a lesser extent, sequential reasoning types. These reasoning types were noticeably manifested when the participants were asked to evaluate the behavior of circuits as dynamic changes of adding, removing, or short circuiting a bulb were imposed. For instance, when confronted with the problem illustrated in figure 3 (above), the participants demonstrating local reasoning, considered that short-circuiting $L_3$ would not affect the brightness of bulbs $L_1$ and/or $L_2$. Similarly, they considered that opening switch K would not affect the amount of current passing through bulbs $L_1$ and/or $L_3$.

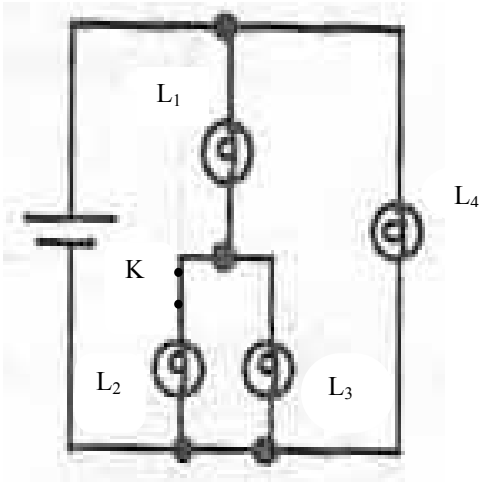



Figure 3. Determine what happens to the brightness of each of the bulbs in each of the following cases:

a) Bulb $L_3$ is short-circuited
b) Bulb $L_4$ is short-circuited
c) Switch K is opened

These difficulties varied substantially in their plausibility as well as in their resistance to conceptual change. While some conceptions were easy to abort, others were persistent and even survived instruction. For instance, Table 1 shows that while the "unipolar" and "attenuation" models of current were relatively easy to renounce, the "sharing model" of current proved to be far more deeply rooted and thus more resistant to change. This finding, with regard to the ease of rejection of the "attenuation model", opposes the findings of Shipstone (1985) that identified this model as the most common and most persistent non-scientific idea of current. In fact, this study revealed that the students who adopted this conception of current rejected it immediately or soon after performing the related activities.

Table 1

The frequency of occurrence of the "unipolar", "attenuation", and "sharing" current models

| | Tests | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Student | Pre-inst. test | | | Test-3 | Test-4 | Test-5 | Test-6 | Test-7 | Test-8 | Test-9 | | Test-11 | | Test-13 | | Posttest |
| 1 | | | | | | S | | | | | | S | | S | | |
| 2 | | | | Absent | A | | | | | S | | S | | | | |
| 3 | | | | A | | | | | | S | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | S | | |
| 5 | | | | A | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | S | | | | | | S | | | | S | | |
| 7 | | | | S | | A | | | | S | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | S | | S | | | | | | | | | | |
| 10 | U | | | S | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | A | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | A | | | | | | | | | | | | |

Test-1 | Test-2 | Test-10 | Test-12 | Test-14

Note. Shaded columns represent tests that did not tackle these alternative conceptions."A" represents evidence of attenuation model,"S" represents evidence of sharing model, and "U" represents evidence of unipolar model.

As for the survival of the "sharing" model of current, one possible explanation is that the performed activities did not provide enough observable evidence that the current is unique in a series circuit or branch and is not shared among the different components. Another interpretation would be one that is based on Shipstone's (1985) explanation for the survival of this model, which claims that students find this model plausible as it accounts for the observation that identical bulbs in series are equally bright, without abandoning the "source-consumer" view. Nevertheless, the results of the immediate posttest, shown in Table 2, taken as a measure of the acquisition of conceptual understanding, showed that the implemented teaching approach was successful in enhancing conceptual understanding.

Table 2

Results of the immediate posttest

| Students | Score in percent |
|---|---|
| 1 | 61.5 |
| 2 | 50.0 |
| 3 | 92.3 |
| 4 | 80.7 |
| 5 | 92.0 |
| 6 | 80.7 |
| 7 | 73.1 |
| 8 | 69.2 |
| 9 | 100.0 |
| 10 | 80.7 |
| 11 | 80.7 |
| 12 | 96.1 |

Note. The mean average of the DIRECT 1.0 posttest is 50.0 %

All students were able to achieve scores higher than the mean average of the DIRECT 1.0 test, which equaled 50% for the covered items of the test and 48% for the whole DIRECT 1.0 test. It is important to note the differences among the sample of students who took the DIRECT 1.0 test. The sample consisted of 681 university students and 454 high school students (Engelhardt & Beichner, 2003). The break-down of the mean score of the sample reveals a mean of 52% for the university sample versus a mean of 41% for the high school students (Engelhardt & Beichner, 2003). Therefore, the 50% score of student 2 in the above table is actually much higher than the mean score of the 454 high school students who took the DIRECT V.1.0 test.

**Suggestions for Teaching**

Due to the fact that this is an action research study, the obtained results are contextual to the setting of the study. Nevertheless, the findings of this study came to reinforce some general recommendations, as proposed and supported by the literature, described below:

Firstly, the findings encourage science teachers to acknowledge and consider the role of students' pre-instructional conceptions in the learning process. Also, science teachers are encouraged to become more acquainted with the findings of science education research studies in order to identify common conceptual and reasoning difficulties with their subject matter.

Secondly, this study invites science teachers to adopt innovative approaches that are designed to promote understanding and challenge specific conceptual and reasoning difficulties.

Thirdly, the findings of this study invite general science and physics teachers specifically to reconsider their assessment strategies. Teachers are encouraged to stress the qualitative aspects of problem solving to ensure conceptual understanding of scientific concepts. Research shows that students think of physics concepts such as current, voltage, and resistance as variables in algebraic formulas (Cohen et al., 1983; McDermott & Shaffer, 1992b; Métioui et al., 1996). As a result, even though a student may be very successful in solving quantitative problems, he/she encounters many difficulties when attempting to solve simple problems that require only conceptual understanding of the material (McDermott & Shaffer, 1992a).

Finally, by conducting this research, the researcher not only grew professionally but also gained new insights about the teaching-learning processes in a way that has deeply affected her educational practices. Therefore, this study advocates action research as the right approach to find authentic solutions to school problems as well as to bridge the gap between practitioners and research.

**References**

Arons, A. B. (1997). *Teaching Introductory Physics.* New York: John Wiley & Sons Inc.

Burns, R. B. (2000). *Action-research. An Introduction to Research Methods.* 4th ed., (pp. 443-458). SAGE Publications.

Cohen, R., Eylon, B., & Ganiel, U. (1983). "Potential Difference and Current in Simple Electric Circuits: A study of Students' Concepts". *American Journal of Physics.* 51 (5), 407-412.oshua

Engelhardt, P. V. & Beichner, R. J. (n.d). "Students' Understanding of Direct Current Resistive Circuits. Retrieved June 11, 2003, from

http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0304/0304040.pdf (accepted to be published in American Journal of Physics).

Evans, J. (1978). "Teaching Electricity With Batteries and Bulbs". *The Physics Teacher*. 15 (1), 15-22.

Fredette, N. & Lockhead, J. (1980). "Students' Conceptions of Simple Circuits". *The Physics Teacher.* 18, 194-198.

Joshua, S. (1984). "Students' Interpretation of Simple Electrical Diagrams". *European Journal of Science Education*. 6(3), 271-275.

Licht, P. (1987). "A Strategy to Deal With Conceptual and Reasoning Problems in Introductory Electricity Education". Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. 2, 275-284.

McDermott, L. & Shaffer, P. (1992a). Research as a Guide for Curriculum Development: An Example from Introductory Electricity. Part I: Investigation of Student Understanding. *American Journal of Physics.* 60 (11), 994-1003.

McDermott, L. & Shaffer, P. (1992b). Research as a Guide for Curriculum Development: An Example from Introductory Electricity. Part II: Design of Instructional Strategies. *American Journal of Physics.* 60 (11), 1003-1013.

McDermott, L. C., & the Physics Education Group at the University of Washington. (1996). *Physics by Inquiry* (Volume II). New York: John Wiley & Sons Inc.

Métioui, A., Brassard, C., Levasseur, J., & Lavoie, M. (1996). 'The Persistence of Student's Unfounded Beliefs about Electrical Circuits: The Case of Ohm's law'. *International Journal of Science Education*, 18 (2), 193-212.

Psillos, D., Kouramas, P., & Tiberghien, A. (1988). "Voltage Presented as a Primary Concept in an Introductory Teaching Sequence on DC Circuits". *International Journal of Science Education*, 10 (1), 29-43.

Saxena, A. B. (1992). "An Attempt to Remove Misconceptions Related to Electricity". *International Journal of Science Education*, 14 (2), 157-162.

Shipstone, D. (1985). On Children's Use of Conceptual Models in Reasoning about Current Electricity. In R. Duit, W. Jung, & C. von Rhöneck (Eds.), "Aspects of Understanding Electricity". Proceedings of an international workshop, 1984. (pp. 73-82). Kiel, Germany: Schmidt & Klaunig.

Shipstone, D. (1988). "Pupils' Understanding of Simple Electrical Circuits: Some implications for instruction". *Physics Education*, 23, 92-96.

Shipstone, D. M., Rhöneck, C., Jung, W., Dupin, J., Joshua, S., & Licht, P. (1988). "A study of Students' Understanding in Five European countries". *International Journal of Science Education*, 10 (3), 303-316.

**********

# Lebanese Parents' Perceptions of Science and Science Teaching

Lina Hajj and Saouma BouJaoude
Science and Math Education Center
American University of Beirut
Beirut, Lebanon

## Introduction

Student achievement improves when parents establish a home environment that encourages learning, have high but reasonable expectations, and are involved in their children's school and community education (Funkhouser & Gonzales, 1997; Henderson & Berla, 1994; Keith, Troutman, Trivette, Keith, Bickley, & Singh, 1993; Walberg, 1984). Additionally, there is a positive correlation between parents' school science experiences and their children's attitudes toward, and achievement in, science (Atwater, Wiggins, & Gardner, 1995). There is also evidence to suggest that parental beliefs about teaching and learning, as well as their preferences of schools and instructional methods, are typically based on background and previous experiences (Dodd, 1995). It is possible then, that parents' attitudes toward science, beliefs about science, school experiences, as well as perceptions of gender roles, influence their decisions regarding their children's schooling and educational environment (Andre, Whigham, Henrickson, & Chambers, 1999).

What does research say about parents' involvement in their children's schooling, perceptions of science, science teaching, and other factors that may influence their children's education? Research has demonstrated that parental involvement in school learning has positive effects on achievement irrespective of the form of involvement; involvement covers a large range, from total involvement, in the case of home schooling to no involvement at all (George & Kaplan, 1998; Hall & Schaverien, 2001). However, this research indicates that the most effective and beneficial form of involvement, and the form that is most related to achievement gains for students at all educational levels, occurs specifically when parents are actively engaged in working with children on learning activities at home[3]. Yet, this research also demonstrates that many parents are not confident in their abilities to help their children with science homework and only about half of the parents in this study talk to their children's teachers about the science curriculum[4].

Barton, Hindin, Contento, Tudeau, Hagiwara, & Kock (2001) have shown that parents hold different perceptions of science and science teaching. These perceptions include viewing science as a career, as schoolwork, as fun, and as a tool for maintaining home and family. Some parents involved in this study saw science as unapproachable and school-based because of its technical nature. Other parents believed that science was one of their children's favorite subjects and suggested that hands-on learning was essential for improving science education.

Yet the question remains, why is it important to investigate parents' perceptions about science and science teaching? According to Fishbein and Ajzen (1975), attitude and behavior are linked through a mediator variable called behavioral intention. However, this body of research underscores the role of social influence, or the

[3]See http://www.nwrel.org/scpd/sirs/3/cu6.html (1989)
[4] These findings come from the Science Literacy Survey conducted for the American Campaign for Science Education and Project 2061/AAAS by Global Strategy Group (November 2001). (http://www.tryscience.org/parents/ss_2_1.html).

subjective norm, as a determinant of behavioral intention (Ajzen & Fishbein, 1980). The subjective norm refers to perceived social pressure to carry out a certain function or not. This social pressure, aimed at a recipient by any external source, can take the form of persuasion, propaganda, coercion, indoctrination or brainwashing. The outcome can produce changes in beliefs, attitudes, behaviors or a combination of any of these things (Crawley & Koballa, 1992). Hence, parents' beliefs and attitudes may be influenced by what is accepted in their communities regarding education in general and science education in particular. These beliefs and attitudes, in turn, influence parents' behaviors, intentions, and aspirations for their children and may have the power to influence or pressure their offsprings' attitudes and behavior as well. Consequently, determining parents' perceptions about science and science teaching is important because of the possible effects of these perceptions on their intentions and decisions regarding children's schooling, classroom success in science, and future choices of science careers.

The social pressure that Lebanese parents feel regarding the type of schools in which to enroll their children, and the status of science in Lebanese schools, is largely based on two factors of language and school reputation. These factors are grounded in a cultural and educational context that is unique to Lebanon but yet, according to the literature; draw some similarities with the diversity of the U.S.A. The first factor is that Lebanese students study science in a foreign language. This fact is problematic for a number of Lebanese parents because of the discord between parental proficiency or, more often, non-proficiency in the foreign language and the need to help their children with schoolwork. The second factor, which shows a relationship between parents in the U.S.A.[5] and parents in Lebanon, includes parental perceptions of the power structure of a school and its effect on a child's education but a possible lack of parental knowledge about science teaching methods.

**Purpose**

The purpose of this study was to investigate parents' perceptions of school science and science teaching. Specifically, this study attempted to answer the following questions:

1. How do parents rate science in comparison to other subjects?
2. How do parents rate the importance of science in everyday life?
3. What are parents' perceptions and attitudes about school science, science teaching, and the language used to teach science[6]?
4. Do parents share the beliefs and understandings with schools about subject matter knowledge?
5. Are parents aware of the different methods of science teaching and do they advocate for their children's needs and rights in science (such as access to labs and computers)?
6. Do parents consider it their right to get directly involved in their child's science learning and are they equipped or ready for more involvement?

[5] See Barton et al. (2001).

[6] The language of instruction of science has become somewhat of a controversial issue in Lebanon. While Lebanese students have the option to study science in Arabic, English, or French at the elementary and middle school levels, most of them opt to study it either in French or English, even though Arabic is the mother tongue. This situation has initiated heated, politically motivated, discussions about the issue.

## Method

### Participants

Participants in the study included 646 parents who had children in grade 4 and/or grade 7 in one of 10 schools in the greater Beirut area in Lebanon. Grades 4 and 7 were chosen because they represent the first years of the second and third cycles of basic education in Lebanon. The ages of the students whose parents answered the questionnaire ranged between 8 and 16 years but students were mostly 9 to 10 years old in grade 4 and 12 to 14 years old grade 7. Approximately 46% of the parents who participated in the study were mothers, 20.4% were mothers and fathers together, 11.3 % were fathers, while 22.4% of the participants did not specify which parent answered the questionnaire. Approximately 50% of the parents involved in this study were university graduates. The fathers' and mothers' occupations are presented in Table 1. The parents interviewed were twenty-eight mothers and one father. Three of the mothers had children in both grades 4 and 7.

Table 1
Occupations of the Parents Involved in the Study (%) (N = 646)

| Field of work | Father | Mother |
|---|---|---|
| Science related | 21.1 | 6.6 |
| Education | 4.8 | 11.4 |
| Other | 71.7 | 20.3 |
| Not working | 2.4 | 61.7 |

The ten selected schools in the study included nine private and one public school[7]. The language of science instruction was English in six schools, French in three schools, and Arabic for Grade 4 and English for Grade 7 in one school. The participating schools represented different socioeconomic and religious backgrounds.

### Instruments

Two methods of data collection were used in this study. The first method involved administering a questionnaire entitled "Parents' Perceptions of Science and Science Teaching Questionnaire", designed specifically for this study. The second method involved interviewing approximately 5% of the parents in order to validate the findings of the questionnaire.

### Parents' Perceptions of Science and Science Teaching Questionnaire

The questionnaire used in this study consisted of two sections. Section A was made up of eight items which served to collect demographic data about parents. Section B consisted of twelve Lickert-type questions that dealt with parents' perceptions of science and science education. The items in section B were adapted from Andre et al. (1999), Kopran, Bisanz, and Boehme (1998), and Smith and Hausafus (1997). These items were modified to correspond with a Lebanese context. The issues addressed by these questions included the language used and the language preferred in science teaching, the effort parents believed their children should put into learning science, the performance expectations parents held of their children in science, the perceived importance of science in comparison to other subjects, and the use of science in everyday life. In addition, the items addressed parents' feelings towards science, beliefs

[7] Almost 70% of Lebanese students attend private schools.

concerning gender dominance in jobs, science-supporting activities such as watching science programs on television, reading science books and magazines, using the computer for science work, school and community activities related to science, children's actual performance and participation in these activities, and parents' attitudes toward science and science teaching.

The questionnaire was also translated into Arabic and an experienced teacher of Arabic verified the translation. Both versions, the Arabic and the English, were pilot tested with a number of parents to make sure that the instructions for answering the questions were clear and understandable. Teachers in grades 4 and 7 distributed and collected the questionnaires. Parents received the questionnaire in Arabic and English and were given the freedom to answer in the language they felt most comfortable. The response rate was approximately 80%.

**Interviews**

Semi-structured interviews were conducted with approximately 5% of the parents to validate the findings obtained from the questionnaire. The parents interviewed represented only a small sample due to convenience, meaning only the parents who were available were interviewed. The main interview questions were also adapted from Barton et al. (2001) and changed to suit a Lebanese context. The questions addressed parents' beliefs about participation in their child's education, practices of following up with their child's school work, attitudes and beliefs about school science, understanding of a number of scientific topics, and relationships with their child's science teacher. Interviews were tape-recorded and transcribed for analysis.

**Data Analysis**

Data collected from 646 returned questionnaires were analyzed to produce frequencies and percentages. In addition, cross tabulations were produced to investigate possible patterns in the data. Interview data were analyzed using the process of analytic induction to identify patterns in the tape-recorded and transcribed[8] responses regarding the issues investigated in this study. Interview responses were categorized and placed in a data table in which the rows contained the answers of each interviewee and the columns contained the responses to each question. Analytical induction was used to create an initial set of categories. These categories were refined as data analysis progressed until a final set of categories was attained. These final categories were used for a final data analysis. The resulting categories and responses were turned into percentages so they could be compared with those in the questionnaires.

**Results**

Results from analyzing the data collected from the questionnaire and the interview processes are presented below in subcategory sections. In each instance, the results from the questionnaires are followed by the results from the interviews, when available.

[8] The responses of each of these three parents who had children in both grades 4 and 7 were treated separately for each child in the analysis.

**Parents' Perceptions of the Importance of Science**

The following paragraphs describe importance of science in relation to other subjects, the importance of science and other subject areas for future success, and the importance of science and other subjects according to gender.

**Importance of Science in Relation to Other Subjects**

Results of analyzing the questionnaires showed that the majority of parents considered mathematics to be the most important subject for their children's future success. Seventy four percent considered math to be very important and 23.8% considered it to be important. Thus, a total of 97.8% of the parents considered math as very important or important. English language came second, with 95.9% of the parents considering it very important or important, computers third (95.6%), and science fourth (91.3 %). In summary, more than 91% of the parents considered the four subjects of math, English, computers, and science important or very important with no apparent pattern of preference for choosing only one subject as important.

**Importance of Science and Other Subject Areas for Future Success**

Parents considered science as an important subject for the future success of their children: 89.9% of grade 4 parents and 92.7% of grade 7 parents rated science as important or very important. The results of analyzing the data collected in the interviews were different from the results of the questionnaire. Thirty four percent of parents believed that there was no one important subject and that all subjects complimented each other. Approximately 12% of the parents, however, said that science was the most important subject because it related to daily life, 9% stated that math was the most important, and 22% said that math and science were equally important because they both helped children to think logically. Approximately 12% of the parents interviewed placed science as third in importance because, according to their answers, language skills and social manners were more essential for future success.

**Importance of Science and Other Subjects According to Gender**

Science and math were equated as bearing equal importance for males and females according to the respondents. Results showed that 92.2% of parents of male students and 90.4% of parents of female students believed that science was important or very important for their children. Approximately 97.4% of parents of males and 96.5% of those of females considered math as important or very important. As for English, 95.5% and 96.7% of parents of males and females respectively considered it important or very important. Computers were considered important or very important for 97.0% of parents of males and 94.7% of parents of females.

Twenty eight percent of the parents claimed in the interviews that science was equally important for both girls and boys. Only one mother said science was more important for girls than boys. The others had no direct comment on this issue, either because they had never thought of it or because they did not consider themselves to be in a position to judge since they had only male or only female children.

**Parents' Perceptions of the Importance of Science in Everyday Life**

The perceived importance of science in everyday life was determined by analyzing parents' responses to questions that specifically asked about the use of science in everyday life and the relevance of science to everyday life.

The use of science in everyday life: Table 2 shows that Math, English, Arabic, Science, and Computer Science were the subjects most used in everyday life, according to parents. This trend was followed by French and Social Studies. This finding in regard to usefulness seemed to be associated with parents' perceptions of the importance of the different subject areas.

Table 2
Use of Science in Everyday Life (%) (N = 646)

| | Science | Math | Arabic | English | French | Computer | Social Studies |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Not used at all | 3.8 | 1.9 | 1.6 | 2.3 | 9.5 | 4.5 | 7.7 |
| Low use | 10.0 | 5.2 | 8.9 | 6.1 | 18.3 | 8.0 | 18.8 |
| Moderate use | 30.7 | 18.2 | 22.1 | 19.9 | 25.6 | 21.1 | 34.2 |
| High use | 31.5 | 33.3 | 25.4 | 33.4 | 28.2 | 25.9 | 22.1 |
| Extensive use | 24.0 | 41.4 | 42.0 | 38.3 | 18.4 | 40.5 | 17.3 |

The relevance of science to everyday life: Seventy two percent of the interviewed parents related science to every aspect of their everyday life. The following excerpts represent the ideas of a number of parents regarding the relevance of science to everyday life:

"Science is related to everything in our life—our body, how we breathe, how things work, the environment, food, nutrition, electricity, machines…" (M5, Interviews[9]).

"One can survive without history or geography but not without science. You discover life in science" (M12, Interview).

"Science is a way of thinking—it helps us solve life problems, in small and big issues. Logic guides science and science guides even the relations amongst people. Science is useful even when you are moving a couch…if you don't have scientific thinking, you end up nowhere; one should not run away from it or claim that he has no need for it" (M25, Interview).

"We bump into it [science] everywhere we go—in and outside of the house: silverware tarnishing: oxidation, rusting iron; states of matter: liquid to gas, solid to liquid, snow melting on the mountains at certain temperatures, sun heating matter; when we wipe the floor: water evaporates, freezing kills bacteria…" (M 22, Interview).

**Parents Perceptions and Attitudes about School Science, Science Teaching, Gender Dominance in Jobs, and Preferred Language of Instruction**

The following paragraphs present the results of questionnaire and interview items that addressed parents' experiences with and attitudes toward science and science teaching, perceptions of gender dominance in jobs, and preferred language of instruction.

[9] M or F followed by a number represent the mother (M) or father (F) interviewed.

**Experience with and Attitude toward Science and Science Teaching**

Questionnaire results showed that approximately 70% of the parents liked science when they were students themselves. However, 85.5% of them preferred English, 78.9% preferred math, and 74.9% preferred computers.

Interview results showed that 34% percent of parents said that they liked science when they were students. Thirteen percent said that they enjoy science now with their children much more than they did in the past when they were students. Nine percent of them stated that they did not like science and another 3% said that they did not care for the subject when they were students. According to more than half of the parents interviewed, 54%, science only involved memorization and science classes were mostly lectures. Sixteen percent of parents described science when they were students as dry. A mother confirmed these statements by saying, "Science was only memorization, there was no discussion or communication between the teacher and students" (M3, Interview).

When asked about what science content they remembered from their school days, 25% of the parents said that they did not remember much. Nine percent remembered working in a laboratory, 9% doing experiments outside in nature during elementary school, 9% doing hands-on activities, and another 9% remembered doing dissections in high school. As for the science subjects parents remembered, 13% of parents remembered some chemistry, 9% some physics, and only 6% remembered studying about nutrition. The highest percentage of parents,19%, mentioned remembering only biology, specifically human anatomy:

"I remember studying about anatomy and biology—I liked it—it led me to nursing" (M10, Interview).

"I was much into biology—not physics or chemistry—it shows in my children—I remember it all" (M14, Interview).

The only father interviewed said, "I liked physics and chemistry, not biology. I don't remember it at the elementary level but this doesn't mean that it didn't provide me with knowledge. I remember electricity, lightning rods, acids, and bases. I had a small lab at home to work and investigate about acids. Topics we studied were tougher" (F18, Interview).

**Perceptions of Gender Dominance in Jobs**

When parents were asked in the questionnaire about whether they thought males or females held the majority of jobs in the different subject areas discussed in the study, many of them thought there was no gender dominance in most areas. However, two general trends were identified. The first trend was that many parents thought that men tended to dominate in science, math, and computers while women were more dominant in Arabic, English, French, and social studies (Table 3).

Table 3
Parents' Perceptions of Gender Dominance in Jobs (%)(N = 646)

| | Science | Math | Arabic | English | French | Computer | Social Studies |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Almost all women | 1.6 | 0.2 | 3.0 | 2.1 | 7.2 | 0.5 | 7.3 |
| More women than men | 10.3 | 3.0 | 26.6 | 32.2 | 54.2 | 3.4 | 34.2 |
| Equal numbers | 44.2 | 27.0 | 55.5 | 54.8 | 34.2 | 47.8 | 45.9 |
| More men than women | 33.9 | 49.7 | 11.2 | 8.5 | 3.1 | 34.9 | 10.2 |
| Almost all men | 10.0 | 20.1 | 3.7 | 2.4 | 1.3 | 13.4 | 2.4 |

**Language Preference for the Medium of Instruction**

The majority of schools participating in the study used English and French as the languages for science instruction at the 4th and 7th grade levels and only one school used Arabic as the language of instruction at the Grade 4 level and English at the Grade 7 level. Table 4 shows that parents preferred to use a foreign language in science teaching at these grade levels. Additionally, parents' preferences indicated that, even though many of the schools used French as the language of instruction, more of them preferred English, or both English and French, as the language of science instruction. Table 5 shows that the type of school had some effect on the preferred language of instruction. Approximately 12% of public school parents preferred English to French (French being the actual language of instruction in the public school involved in this study). Moreover, Table 5 shows that 9% of parents preferred using both languages and a number of parents in each of the schools preferred to use Arabic, especially the parents with children in the public schools and religious/free tuition schools. Overall, tables 4 and 5 show that parents tend to prefer the language used in the school of their children, with a small percentage preferring English to the other languages.

Table 4
Language of Instruction Used and Preferred for Grades 4 and 7

| Language of instruction | Used | | Preferred | |
|---|---|---|---|---|
| | Grade 4 (n=314) | Grade 7 (n=331) | Grade 4 (n=314) | Grade 7 (n=331 |
| Arabic | 14.6 | -- | 8.1 | 5.0 |
| English | 51.6 | 58.3 | 58.0 | 53.4 |
| French | 33.8 | 41.7 | 26.1 | 30.9 |
| French/English | | | 5.5 | 8.4 |
| French/Arabic | | | 2.3 | 2.2 |

Table 5.
Language of Instruction Used and Preferred by Type of School (%)

| Language of instruction | Used | | | | Preferred | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PR (n=398) | PNR (n=153) | P (n=69) | RF (n=26) | PR (n=398) | PNR (n=153) | P (n=69) | RF (n=26) |
| Arabic | 0.5 | | | 99.5 | 4.6 | 2.7 | 10.4 | 46.2 |
| English | 56.4 | 85.0 | 1.4 | | 55.2 | 80.1 | 11.9 | 38.5 |
| French | 38.5 | 15.0 | 98.6 | | 32.5 | 8.2 | 61.2 | |
| French/English | | | | | 5.9 | 8.9 | 9.0 | 7.7 |
| French/Arabic | | | | | 1.8 | | 7.5 | 7.7 |

Note 1: PR= private religious schools, PNR= private nonreligious schools, P= public schools, and RF= religious, free tuition school.
Note 2. It seems that a few parents made the incorrect response to the actual language used in science instruction. The 0.5% of private religious school parents and 1.4% of public school parents are examples of these mistakes.

**Shared Beliefs and Understandings about Science**

The interviews provided the data for finding out the extent to which parents shared similar beliefs and understandings with schools regarding subject matter knowledge in science. Parents were asked their opinions concerning the topics being taught to their children in science class (specifically electricity and nutrition). A slight majority of parents interviewed, 53%, believed that all science topics being taught were important to their children: "Topics taught are fine—I prefer what my children are learning now—they know more than I did at their age" (M28, Interview).

Nineteen percent of the interviewed parents said that the topics being taught in science class were good; however, what mattered most to these 19% were the teaching methods used and practicality of the subject matter. "OK—plants are fine for example but to teach them about things in the sea or ocean which they do not see…I don't know…I didn't like the idea" (M31, Interview).

Six percent of the parents said that there was too much content in what their children are studying in science: "There is too much 'stuff'. They should stick to nature at the elementary level" (M10, Interview).

Yet, another six percent said that content needed to be more detailed and should be given in more depth stating that the topics were difficult due to their abstractness: "…no depth in what they are studying now—should be deeper and broader" (M12, Interview).

According to a number of grade 7 mothers, there should be more stress on human anatomy and physiology in particular because of the students' ages and current experiences with adolescence and maturity; as one mother put it, "Their bodies are changing—the teachers can do a better job in explaining these critical issues" (M27, Interview).

**Science Teaching Methods and Parental Advocacy for their Children's Needs and Rights**

Both the questionnaire and the interviews addressed topics related to different teaching methods, to children's needs and rights to participate in science-related activities, and the extent to which students should be involved in various science related activities.

**Learning Science through Lecturing or Inquiry and Investigation**

Table 6 shows that 21% of the parents answering the questionnaire believed that lecturing should be used rarely or not at all in science teaching, 28.4% believed that it should be used occasionally, 20.8% believed that it should be used often, and 27.6% believed that it should always be used, "at every occasion". The majority of parents, 61.0%, believed that learning science through inquiry and investigation should be a priority and should occur all the time.

Table 6 shows that there was concordance between what parents thought should happen in school and what they asked for in the school. When the results were broken down by the school type, as evident from Table 7, the majority of parents said that they asked schools to arrange for their children to use labs, have access to computers, learn science through lecturing, and learn science through inquiry and investigation. The only notable disparity was that approximately 42% of parents of public school children said that they rarely ask schools to give their children access to computers. This finding may be due to parents' awareness of the limited resources available to these public schools.

Table 6.
Parents Beliefs about Science-Related Activities in Schools (%)(N = 646)

| | | Lab | Comp | Lect. | Inq. | Museum | Zoo | Fairs | Home |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Not At all | Should do | 0.9 | 6.1 | 14.9 | 1.0 | 3.4 | 3.8 | 2.9 | 5.8 |
| | Actually do | 8.3 | 11.0 | 6.3 | 3.4 | 32.5 | 32.7 | 24.2 | 14.9 |
| | Ask the school | 5.0 | 8.5 | 13.0 | 4.9 | 8.5 | 10.5 | 6.9 | 9.6 |
| Rarely | Should do | 1.3 | 5.0 | 8.3 | 1.9 | 7.4 | 17.5 | 8.7 | 10.6 |
| | Actually do | 18.3 | 11.0 | 7.2 | 9.6 | 28.3 | 32.6 | 20.9 | 21.3 |
| | Ask the school | 4.1 | 8.2 | 9.2 | 2.8 | 10.0 | 18.4 | 10.8 | 10.7 |
| Occasionally | Should do | 15.9 | 30.4 | 28.4 | 12.5 | 43.1 | 46.4 | 40.4 | 37.7 |
| | Actually do | 43.8 | 33.8 | 18.9 | 41.9 | 28.0 | 26.1 | 31.5 | 39.1 |
| | Ask the school | 13.5 | 27.3 | 28.3 | 15.4 | 40.2 | 43.8 | 37.1 | 34.0 |
| Often | Should do | 29.8 | 20.3 | 20.8 | 23.7 | 17.6 | 13.6 | 18.8 | 18.8 |
| | Actually do | 16.2 | 17.8 | 29.4 | 22.8 | 5.5 | 4.6 | 10.6 | 12.0 |
| | Ask the school | 27.0 | 20.6 | 21.7 | 23.8 | 15.7 | 11.2 | 16.1 | 17.8 |
| At every occasion offered | Should do | 52.1 | 38.2 | 27.6 | 61.0 | 28.5 | 19.2 | 29.2 | 27.2 |
| | Actually do | 13.3 | 26.4 | 38.2 | 22.3 | 5.7 | 4.1 | 12.7 | 12.7 |
| | Ask the school | 50.3 | 35.5 | 27.8 | 53.1 | 25.6 | 16.1 | 29.1 | 27.9 |

Note. Lab = Using the laboratory during science periods; Comp = Having access to a computer; Lect. = Learning science through teacher lecturing; Inq. = Learning science through inquiry and investigation; Museum = Visiting a science museum; Zoo = Visiting a zoo; Fair = Participating in science exhibits/ fairs; Home = doing home observations and simple experiments.

Table 7.
Percentage of Parents who Request Science-Related Activities of Schools (Organized by Type of School)

| Type of school | Not at all | Rarely | Occasionally | Often | At every occasion offered |
|---|---|---|---|---|---|
| | Laboratory use during science periods | | | | |
| Private religious schools (n=398) | 3.9 | 2.9 | 14.7 | 29.5 | 48.9 |
| Private nonreligious schools (n=153) | 7.6 | 2.8 | 13.1 | 13.1 | 63.4 |
| Public (n=69) | 3.1 | 14.1 | 6.3 | 39.1 | 37.5 |
| Religious, free-tuition schools (n=26) | 12.0 | 4.0 | 16.0 | 40.0 | 28.0 |
| | Access to a computer | | | | |
| Private religious schools (n=398) | 7.7 | 6.1 | 33.8 | 21.4 | 31.1 |
| Private nonreligious schools (n=153) | 6.3 | 5.6 | 13.2 | 16.7 | 58.3 |
| Public (n=69) | 18.8 | 23.4 | 18.8 | 23.4 | 15.6 |
| Religious, free-tuition schools (n=26) | 8.0 | 16.0 | 32.0 | 24.0 | 20.0 |
| | Science learning through teacher lecturing | | | | |
| Private religious schools (n=398) | 13.0 | 10.9 | 26.3 | 22.3 | 27.4 |
| Private nonreligious schools (n=153) | 18.8 | 6.3 | 31.9 | 16.7 | 26.4 |
| Public (n=69) | 3.1 | 6.3 | 32.8 | 25.0 | 32.8 |
| Religious, free-tuition schools (n=26) | 4.2 | 8.3 | 25.0 | 33.3 | 29.2 |
| | Science learning through inquiry and investigation | | | | |
| Private religious schools (n=398) | 4.5 | 2.4 | 15.3 | 24.5 | 53.4 |
| Private nonreligious schools (n=153) | 6.3 | 2.8 | 12.7 | 20.4 | 57.7 |
| Public (n=69) | 4.7 | 6.3 | 21.9 | 25.0 | 42.2 |
| Religious, free-tuition schools (n=26) | 4.2 | | 16.7 | 29.2 | 50.0 |

**Familiarity with New Teaching Methodologies and Classroom Activities**

When parents were asked in the interviews to name new teaching methods, 44% said that students use the laboratory more frequently in order to apply what they learn, 25% said that students were more involved in research, 25% said that there was more emphasis on thinking skills, and 6% said that lecturing is used more often. It is worth noting that some parents identified newer specific teaching approaches through their responses, such as inquiry, child-centered teaching approaches, and group work. Typical responses of parents were:

"I know that there is more stress on understanding than on memorization. I asked my daughter about the methods used by her teacher. According to her, the

teacher explains, asks them to read, plays games, uses sometimes indirect methods such as inquiry" (M4, Interview).

"Child-centered education is used in some classes. The child takes the initiative—there is a dialogue between the teacher and there is child-sharing" (M9, Interview).

"They work in groups of four—one high achiever, one low achiever, and two medium achievers—the message transfers better from one student to another this way" (M16, Interviews).

**Learning Science in Informal Settings**

Table 6 shows that many parents indicated that visiting a science museum, visiting a zoo, and participating in a science fair were important and should be done occasionally. Moreover, they said that they asked schools to organize such activities. When asked in the interviews whether or not they suggested or requested that schools perform specific activities such as visiting museums and zoos, 22% of the parents said that it was not their right to do so, and that the schools in which their children were enrolled were offering or organizing as many activities as they could afford:

"It is not my right to demand from the school anything related to studying; the school administration supplies according to capacity" (M1, Interview).

"The school staff is a better judge of such issues" (M4, Interview).

Conversely, 28% of the parents said that it was their right to demand science-related activities but added that they may or may not do just that depending on circumstances:

"I suggest to the school ideas, we share ideas with the school, I have the right, I suggest trips but I have no right to interfere in the curriculum and with teachers" (M18, Interview).

"I suggested to the school that science projects be done in class so the work would be done by the student, not his parents" (M24, Interview).

Sixteen percent of the interviewees believed that it was not productive to suggest ideas to schools to improve the learning of science because schools worked according to plans already set by the administrative staff and the teachers:

"I used to suggest things to the school administration—I don't anymore—the program goes on as is. Our suggestions are of no use" (M11, Interview).

**Beliefs about the Types of Activities in which Children Should be Involved**

Approximately 85% of parents believed that their children should read books of any type to advance their learning of science, 76% believed that they should use the computer for science schoolwork and homework, 69% believed that they should only use the computer for science three times a week or more, and 55.6% believed that children should read science fiction books more than three times a week. For the other school-related home activities—such as watching nonfiction science programs, watching science fiction programs, reading science books, reading science fiction and nonfiction books or magazines, reading other fiction and nonfiction books or magazines—parents believed that children should perform these activities between

once and three times a week. It is worth noting that a sizeable number of parents preferred that their children read nonfiction or science fiction books rather than other types of books. When the data related to computer usage for general schoolwork and for science work was analyzed by grade level, it was found that most parents believed it was more appropriate that older children use computers more than younger children.

**Parental Perceptions of the Activities Provided by Schools**

Only 13.3% of the parents surveyed believed that their children actually used a science laboratory at every occasion, 16.2% believed that they used a laboratory often, 43.8% believed they used a laboratory occasionally, and 26.6% believed they did not or rarely used a laboratory. The data also showed that parents thought that 26.4% of the students had access to a computer anytime, 17.8% thought they had access often, 33.8% thought they had access occasionally, and 22% thought they did not or rarely had access. As for visiting a science museum or a zoo, approximately 65% of the parents believed that their children were rarely or never involved in such activities; as for science fairs, 31.5% of parents thought that their children participated in science fairs occasionally, and 45.1% of them thought that their children rarely participated or didn't participate in science fairs. However, when it came to doing simple experiments and scientific observations at home, 39.1% of parents said that their children did that occasionally.

The extent to which parents thought that their children performed certain activities according to school type yielded differences in the data. Parents of students in private religious schools, private nonreligious schools, and private religious tuition-free schools thought that their children used laboratories occasionally (45.3%, 52.8%, and 32.0% respectively), whereas 33.3% of parents of public school students thought that their children used the laboratory often and 38% thought that their children used laboratories either at every occasion offered or occasionally.

Student access to computers also varied depending upon the type of school. In private religious schools 23.4% of parents said that students had access to a computer at every occasion offered, 23.1% of parents stated their children had the same type of access in private nonreligious schools, and 20.0% said the same about access in private religious tuition-free schools, whereas only 9.4% of public school parents said their children had that same type of computer access in school.

Finally, the highest percentage of parents who said that their children at least occasionally participated in science exhibits or fairs were from private nonreligious schools (69.7%), followed by private religious school parents (52.3%), public school parents (43.5%), and religious tuition-free school parents (36.0%). It is worth noting, however, that in the interviews 44.0% of nonreligious school parents, 39.7% of public school parents, and 26.1% of private religious school parents said that their children never participated in science fairs or exhibits.

**Parental Beliefs about Teaching/Learning Methods used in Schools**

Table 6 shows that the majority of parents believed that their children learned science either through lecturing or inquiry and investigation. This may indicate that parents believe that teachers use different types of methods when teaching science with no preference to one method over the other.

**The Availability of Resources at Home**

When asked in the interviews about the resources available for children at home, 88% of Grade 7 parents said that their children had access to different types of resources such as books and encyclopedias while 75% said that they had access to

computers. Similarly, 75% of Grade 4 parents said that their children had access to different types of resources such as books and encyclopedias while 63% of them said that their children had access to computers. However, none of the interviewed parents whose children were in the public school said that they had a computer at home:

"We have no computer and few science books; my child does not use them" (M1, Interview).

"He has science books—does not like reading them, does not use them. We don't have a computer, my relatives have one on which he works sometimes" (M2, Interview).

Forty-seven percent of the interviewed parents said that they provided their children with the opportunity to conduct science-related activities at home and confirmed that their children actually did many science-related activities at home:

"We talk about science all the time! He has a microscope—John traps insects and observes them, plays with his science kit…he knows about the computer more than I do and Lea is also doing fine in computers without my help" (M32, Interview).

"[My Child], who is in Grade 7, works with electrical stuff a lot. I buy him what he wants, of course if I find what he wants relevant. He likes science fiction movies. He uses computer CDs if he has an assignment or to help his younger sister, [otherwise] he plays games" (M28, Interview).

Many parents claimed that doing schoolwork did not leave their children time to do extra activities at home:

"Nothing outside the curriculum is done at home. The boy likes to play with electronic stuff: computer, toys, electricity. The boy and the girl watch documentaries. [We] have encyclopedias, a computer…I take them on science outings if I get to know about such events and if they are not too expensive" (M10, Interview).

"We don't do much outside the curriculum. We have books and CD's but they don't use them much; they are more interested in music" (M23, Interview).

**Parents' Involvement in their Children's Science Education and Readiness for More Involvement**

Parental involvement was investigated at several levels, in both the questionnaire and in the interviews. Issues addressed included encouragement and emphasis of the importance of science, discussions at home about school science and science teachers, help with assignments, parent/teachers meetings, the nature and extent of parents' involvement in their child's schooling, and parents' personal hopes of pursuing higher education.

**Emphasizing the Importance of Science**

Fifty five percent of the study's parents let their children know at every occasion that science is important for them in the future. This practice was more evident in the responses of grade 4 parents (61.9%) than of grade 7 parents (48.9%). Similarly, the majority of parents (83.1%) said that they encouraged their children to do well in science, while 56.3% praised their children by recognizing that they were good in the subject. This verbal encouragement and recognition was also more evident in the responses of grade 4 than of grade 7 parents: 88.3% of grade 4 parents compared to 78.2% of grade 7 parents encouraged their children to do well in science, while 62.7% of grade 4 parents compared to 50.2% of grade 7 parents let their children know that they were good in the subject at every possible occasion.

**Discussing Science and Science Teachers at Home**

Approximately 52% of parents (57.4% in Grade 4 and 46.3% in Grade 7) said that they talked to their children about school science. Additionally, 32.1% of parents said that they discussed their child's teacher with him or her occasionally, 23.4% often, and 30.1% at every occasion offered. On the other hand, 31% of parents said that they rarely or never discuss school science or their child's science teacher at home:

"I don't know what happens in class, I don't ask her" (M31, Interview).

"He doesn't discuss it with me…only if something special took place" (M23, Interview).

In the interview data, 19% of parents said that they discussed science at home and that they knew exactly what happens at school during the science period:

"I know every detail of what happens: my daughter comes home and goes over everything that happened" (M9, Interview).

"I discuss with my daughter what happens in class during the science period. She explains to me how she needs to study the way her teacher instructed the class to" (M3, Interview).

Fifty percent of the parents said that they discussed science occasionally and had some knowledge of what was happening in class:

"I discuss it from time to time; my wife is more involved with them" (F, Interview).

"My child does not discuss school much at home but I still find out about what happens since his teacher is my colleague" (M19, Interview).

**Helping with Assignments**

When asked in the interviews about the type of help they offered their children, 74.4% of grade 4 parents and 66.1% of grade 7 parents said that they help their children in any way possible to achieve more and excel in science. More specifically, 75% of grade 4 parents said that they helped them with their homework while 38% said that they helped them with research assignments.

"I just make sure that he knows the material. We help him in the research projects required at school" (M5, Interview).

Only 25% of grade 7 parents indicated that they still help their children with homework assignments—68% said that they help much less now than when their children were younger; they mainly only help now when the child asks for help. Some grade 7 parents, 38%, said that they still help when the assignment requires research:

"I help her now less than before. She should start depending on herself. I might help with research sometimes…" (M3, Interview).

**Meeting with Teachers**

The majority of parents surveyed in the questionnaire, 72.4%, said that they met with their child's science teacher at least occasionally, 10.4% of the parents indicated that they did not ask for parent/teacher meetings, and 17.1% rarely met with teachers. Along these same lines, when asked about meeting with the teacher in the interviews, 13% of the parents said that they never asked for an appointment with teachers:

"No, there is no need to ask for an appointment, the teacher can help better if my child has a question…my son is doing fine and he loves science" (M5, Interview).

Conversely, 34% of the parents interviewed said that they met with the teachers upon the school's request, which took place during regular parent/teacher meetings:

"I meet with the teacher upon the school's request; I try to find out about what is expected from the children and about the teaching/learning process" (M3, Interview).

Another 34% of the interviewed parents said that they asked for appointments regularly to keep track of their children's progress:

"I come to school to inquire about my son, it is my right and it is a necessity, every mother should" (M2, Interview).

"I meet with her [the teacher] always. My child is very active…I inquire about his behavior and performance in class" (M16, Interview).

Finally, 25% said that they took appointments with their child's teacher only if they noticed that their child was facing problems:

"I ask for an appointment if his grades are dropping—to find out the reason behind it" (M5, Interview).

**The Nature and Extent of Parental Involvement**

One of the questions of the interview was about the nature and extent of parents' involvement in their child's science education and about how long they expected to persist in this involvement. In response to this question, 34% of the parents said that they got involved as much as they could and would continue to be involved:

"We get involved as much as we feel there is a need to and we help as long as they ask for it" (M5, Interview).

However, 34% of grade 7 parents said that they expected their adolescent children to be autonomous learners who work by themselves and need less help from their parents.

**Willingness to Pursue Higher Degrees**

Approximately 63% of the parents interviewed expressed their willingness to go back to school or college in order to study and be able to assist their children better with their homework and other school assignments. Nineteen percent wanted to study computers:

"I would like to learn everything related to computers—I do not like to be ignorant in [the subject]—my children know much more than I do, they talk about things I don't understand" (M4, Interview).

"I needed to know more about computers and took some courses recently" (M8, Interview).

Moreover, 22% of parents said that they needed to update their general knowledge:

"What I actually need is a refresher [and] I need to go back to school to finish my degree. The older [my child] gets, the more I think I need to understand what he is studying (M15, Interview).

"I need maybe new ideas on hands-on activities to apply at home and here at school…workshops help" (M13, Interview).

Finally, 6% percent of the parents said they needed to study psychology and pedagogy, 9% said that they needed to improve their English language skills, 19% claimed that they did not need to study further, while 3% said that they have no time to pursue studying.

**Discussion**

Although the questionnaire data showed that more than 90% of the parents involved in this study considered science as one of the most important subjects, the interview responses tell a different story. The interview data showed that less than half of the parents perceived science to be as important as other subject areas, including math. In addition, results from analyzing the questionnaire showed that parents considered math, science, English, and computers slightly more important for males than females even though the interviews showed that parents, mostly mothers in this study, thought that science was equally important for males and females.

It seems that Lebanese parents are quite aware of the needs of students in the modern technologically-enhanced world in which English has become a major language for science and commerce. Parents in all school types, including the schools in which French is the language of instruction for science and math, considered English more important than other languages. It seems that the cultural milieu and parents' perceptions of what others, who bear significance in their communities, think is important in opinion-formation. This represents the subjective norm in the theory of reasoned action—how parents perceive the importance of certain academic subjects is influenced by outside sources and plays a central role in determining parental attitudes and behavioral intentions. The preference of English by most parents may represent an example of societal and environmental influences on intentions and also on behavior.

In addition to being aware of student needs in a changing world, parents, mainly mothers in this study, were aware of the importance of science in everyday life. As one mother said, "Science is where, how, and why we live. Everyday uses [include] our body, how things work around us, everyday experience" (M14, Interviews). Hence, science was deemed not only important as an academic subject but also as a tool for improving the quality of life as was further evinced through the parents' emphasis on science as related to health and nutrition, an emphasis that may reflect a utilitarian view of science. The prominence of utilitarian views of science in this study is different from what Abd-El-Khalick and BouJaoude (2003) found in their previous study of Lebanese students' perceptions of science and its usage in everyday life. The results, however, were similar to those of Barton et al. (2001), Brickhouse, Lowery, & Schultz (2000), and Smith and Hausafus (1998), who found that parents see the importance of science in everyday life. The differences between the results of this study and the 2003 study conducted by Abd-El-Khalick and BouJaoude may be due to the fact that these two authors investigated intermediate school students' perceptions about science and its usage in everyday life while this study was concerned with parents' perceptions.

Parents involved in this study seemed to most value the four subjects of math, science, English, and computers. These four subjects are interrelated. Lebanese parents may value science and subjects related to technology because they perceive these subjects as vehicles for success in the modern world (Abd-El-Khalick & BouJaoude, 2003; BouJaoude, 2002; Smith & Hausafus 1998). Within this context, English becomes important because of its prominence as a language of science and technology. Related to this issue is parents' preference of using English as the language for teaching science. It follows that parents may have thought that since English is an important language for excelling in science and technology, then it makes sense to teach children while using this language to give them somewhat of an advantage in a world that is saturated with technology and science. This argument is supported by the findings from the interviews of parents with students who were studying science in Arabic. These parents thought that their children were being put at a disadvantage, especially because their children struggled with science when they reached grade 7 more than students from other schools that reached grade 7 having studied science in a foreign language. While these parents were logically convinced that teaching and learning science in the mother tongue was beneficial for children, they were afraid that schools were not providing their children with all the necessary tools for success in their future lives, which is yet another utilitarian argument.

It seems that parents' decisions regarding schooling issues were not only based on their personal convictions but rather on social pressures or on the subjective norms, to use the terminology of the theory of reasoned action, which helped to shape their perceptions.

Results of this study did not show any noteworthy gender effects in parental perceptions of science and science teaching indicating that gender stereotyping is not rampant, at least in the parents' responses from the schools involved in this study. However, a sizeable number of parents still thought that science-related jobs were the domain of males. Parents may have thought that although the present bears some biases in hiring, the future may represent a different reality.

Similar to what was found by Dodd (1995), Link (1990), Neuman, Hagerdorn, Celano, & Daly (1993), and Milburn & Byler (1995), concerning subject matter content and curricula, approximately half of the parents interviewed accepted that what the schools decided on was the appropriate science curriculum. However, the other half, 47%, had various views concerning this same issue. This number represents a

significant percentage of parents who either did not agree with the schools' offerings or wanted some changes introduced in the curriculum. This is a sensitive issue whose resolution is not straightforward. The pertinent questions are: Whose responsibility is it to determine the nature and content of the curriculum? How can the needs and desires of all stakeholders in the educational process be met? To what extent can or should a parent intercede in school offerings? These and other similar questions may require more in-depth discussions among all stakeholders in the educational process. Moreover, these questions represent the effect of another component in the theory of reasoned action—control beliefs and perceived behavioral control.

The responses gathered concerning learning science through lecturing or learning science through inquiry and investigation reflected the varied opinions and apparent uncertainty of parents concerning teaching methods. The questions related to preferences in science teaching methods produced an inconsistency in parents' responses. While approximately half of the parents asked that their children learn science by lecturing, around 70% of the same parents asked the school to arrange for their children to learn science through inquiry and investigation. This finding suggests that approximately 50% parents want their children to learn science through a variety of methods. This apparent contradiction in views was confirmed by the mother's answers during the interviews. While the interviews showed that some parents were aware of the science teaching methods used in school, such as inquiry, hands-on activities, and group work, only 20% of them preferred inquiry and investigation and some others preferred lectures. It is possible, however, that although these responses seem contradictory, they may in fact reflect an eclectic view of teaching which suggest that teachers need to use whatever method is appropriate for the subject being taught with no clear preference of one method over the other.

Parents' beliefs were more consistent in their responses to the questionnaire items related to school and community activities, such as using the laboratory during the science period, having access to a computer, joining a science fair, and visiting a science museum or a zoo. The factor that influenced both school and parental implementation of these activities was found, through parents' responses, to be economic situations. An interesting issue in this respect was that this same factor seemed to influence parental willingness to advocate for such activities. (More parents of private school students than parents of public and tuition-free school students said that they would advocate for these activities). There are at least two ways to interpret this finding. First, it could be that known economic difficulties, of parents and of schools, influenced what parents said in the questionnaire and in the interviews. Second, it could be that disadvantaged economic situations correlate with a lack of knowledge and awareness of school rights and responsibilities; the same parents, with children in public and tuition-free schools, who do not normally advocate for their children to have access to more activities, are typically of a lower socioeconomic status than parents in private schools.

Parents' readiness to advocate for the use of science-related activities in schools is a significant finding of this study. According to the theory of reasoned action, which states that intentions are good predictors of behavior, it was expected that parents of private school students would request positive changes in their children's school regarding science-related activities while parents of public and tuition-free schools would not. As a result, this phenomenon may lead to the unfortunate situation where those who are already participating in activities get more opportunities to do so, while those who are not participating in activities continue to be deprived of them.

Finally, a noticeable finding of this study was that parental moral support and involvement in school-related activities, in general, and science-related activities, more specifically, decreased as their child grew older. The number of parents who encouraged their children to do well in science, discussed science and the science teacher at home, helped with science homework and projects, and met with their child's science teacher, dropped considerably once students reached a higher grade. This point was specifically confirmed in the interviews of grade 4 and grade 7 parents. The finding may reflect parents' inabilities to help their older children in science because of the novelty and increased difficulty of science topics at the higher level. Moreover, it could point to the fact that many parents want their older children to become independent young adults who are capable of taking charge of their studies and their academic lives, as indicated by a number of the interviewed parents.

## References


Abd-El-Khalick, F. & BouJaoude, S. (2003). "Lebanese Students' Views of Nature of Science", *Mediterranean Journal of Educational Studies*, 8, 61-79.

Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). "Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior". Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Andre, T., Whigham, M., Henrickson, A. & Chambers, S. (1999). "Competency Beliefs, Positive Affect, and Gender Stereotypes of Elementary Students and Their Parents about Science Versus Other School Subjects". *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 719-747.

Atwater, M., Wiggins, J., & Gardner, C., (1995). "A Study of Urban Middle School Students With High and Low Attitudes Toward Science". *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 821-838.

Barton, A., Hindin, T., Contento, I., Tudeau, K., Hagiwara, S., & Kock, P. (2001). "Underprivileged Urban Mothers' Perspectives of Science". *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 688-711.

Brickhouse, N, Lowery, P., & Schultz, K. (2000). "What Kind of Girl Does Science Do? The Construction of School Science Identities". *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 441-458.

Crawley, F.& Koballa, T. (1992). "Research in Science Education: Contemporary Models and Methods". Paper presented at the Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Boston, MA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED337351)

Dodd, A. (1995). "Parents' Perspectives on Teaching and Learning: Implications for Changing Curriculum and Classroom Practice". Paper presented at the International Roundtable Center for families, schools, and children's learning. San Francisco, Ca. (ERIC Document Reproduction Service No. ED394696).

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading MA: Addison Wesley.

Funkhouser, M., & Gonzales, J. (1997). "Family Involvement in Children's Education". Washington, D.C.: U.S. Department of Education.

George, R. & Kaplan, D. (1998). "A Structural Model of Parent and Teacher Influences on Science Attitudes of Eighth Graders: Evidence from NELS: 88". *Science Education*, 81, 93-109.

Hall, R. & Schaverien L. (2001). "Families' Engagement with Young Children's Science and Technology Learning at Home". *Science Education*, 85, 454-481.

Henderson, A., & Berla, N. (Eds.) (1994). "A New Generation of Evidence: The Family is Critical to Student Achievement". Washington, DC: National Committee for Citizens in Education.

Keith, T., Troutman, G., Trivette, P.S., Keith, P., Bickley, P. & Singh, K. (1993). "Does Parent Involvement Affect Eighth-grade Achievement?" A structural analysis of national data. *School Psychology Review*, 22 (3), 474-496.

Kopran, C., Bisanz, G., Bisanz, J., & Boehme, C. (1998). "What Did You Learn Outside of School Today?" Using structured interviews to document home and community activities related to science and technology. *Science Education*, 81, 651-662.

Neuman, S., Hagerdorn, T., Celano, D., & Daly, P., (1993). "Toward a Collaborative Approach to Parent Involvement: The Implications of Parents' Beliefs". (Tech. Rep. No. 141). Philadelphia, Pa. Temple University, Pennsylvania State Dept. of Education, Harrisburg. Bureau of Adult Basic and Literacy Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED367891)

Smith, F. & Hausafus, C. (1998). "Relationship of Family Support and Ethnic Minority Students' Achievement in Science and Math". *Science Education*, 82, 111-125.

Walberg. H.J. (1984). "Families as Partners in Educational Productivity". Phi Delta Kappa, 65, 397-400.

**********

# Niveau d'entrée et conceptions de futurs enseignants de Biologie à propos de la recherche

Andrée Thoumy
Université Libanaise, Faculté de pédagogie, Liban.
thetys@cyberia.net.lb

## Introduction et problématique

La formation des enseignants par la recherche (ou par production de savoir), et à la recherche (ou l'enseignement envisagé comme objet de recherche) représente aujourd'hui une tendance générale dans les pays industrialisés et la pratique de la recherche par les sujets constitue l'enjeu majeur de ce type de formation (Barbier, 1991). Aux Etats-Unis, les "Schools of Education" allient formation et recherche (Lemosse, 1991) et selon ce même auteur "idéalement, recherche et pratique doivent se nourrir mutuellement". De même, de nombreuses expériences sont rapportées dans différents pays européens (Norvège, Espagne, Portugal, RFA) (Barbier, 1991).

Au Liban, depuis 1979, la formation des enseignants de l'enseignement public et éventuellement privé du niveau secondaire, à la Faculté de Pédagogie de l'Université Libanaise, comporte un cours de Recherche en Education (Ministère de l'Education Nationale, 1979). Celui-ci a pour but de préparer les futurs enseignants à réaliser des mémoires pour l'obtention du DES (Diplôme d'Etudes Supérieures) en Didactique des différentes disciplines ou pour l'obtention du CAPES (Certificat d'Aptitude pour l'Enseignement Secondaire), et la recherche est ici entendue dans son sens heuristique, c'est-à-dire comme un moyen de découverte de nouveauté.

A côté de cet objectif, la formation à la recherche permet de dynamiser la pensée des enseignants, de favoriser leur développement intellectuel, de promouvoir leur pensée créative et de faire en sorte qu'ils deviennent producteurs et non seulement consommateurs de science. Elle leur permet enfin une meilleure appréhension des mécanismes de la production des savoirs scientifiques ou autres, ainsi que de comprendre et d'expliquer les situations d'enseignement-apprentissage. Thoumy, 1997, estime que la pratique de la recherche par les formateurs d'enseignants améliore leurs propres pratiques professionnelles en élevant le niveau des objectifs de la formation; de même, la réalisation de recherches par les formés les initie à l'épistémologie de la science et aux méthodes de production du savoir.

Cette formation à la recherche se déroule toutefois dans un contexte régional et national peu favorable. Le Liban, pays en voie de développement, appartient au Monde Arabe où la recherche est peu développée. Selon Younès, 1996, les pays arabes possèdent 1.4% des savants du monde entier et le nombre de ceux-ci est de 363 par million de la population, comparé aux 3359 par million en Amérique du Nord et 2206 par million en Europe. Cet auteur signale également que le pourcentage des crédits accordés à la recherche par rapport au produit national brut représente 2.92% dans les pays industrialisés et seulement 0.7% dans les pays arabes (UNESCO, 1991 a et b) (cité par Younès, 1996).

Des données plus récentes indiquent pour 1996 une augmentation du nombre de chercheurs au Japon et pour 1993, aux Etats-Unis, tandis qu'une baisse est signalée pour le Monde arabe en 1997 (UNESCO, 1999). Quant au Liban, il n'est pas mentionné sous la rubrique: "Chercheurs, techniciens et autre personnel de soutien employé à des travaux de recherche et de développement" (UNESCO, 1999 et 2003). Toutefois des données indiquent pour ce pays environ 540 chercheurs/million

d'habitants (C.N.R.S.L, 1995). Ces données sont confortées par celles fournies dans un bilan sur l'état de la recherche dans les universités francophones au Liban, où il est signalé que les ressources et les moyens mis à la disposition de la communauté scientifique libanaise sont très modestes ou parfois inexistantes (AUPELF-UREF, CNRS, 1995).

Par ailleurs, l'enseignement, resté traditionnel jusqu'à la réforme de 1997 (MEN, 1997) ne favorisait pas le contact des apprenants avec les méthodes des sciences (Thoumy, 1984). De plus, seuls quelques professeurs de l'université et quelques formateurs de maîtres sont des chercheurs.

Cette formation à la recherche qui suppose une rupture avec les formations antérieures, implique 3 catégories de facteurs: cognitif, psychologique et social. Sur le plan cognitif, toute formation est tributaire des conceptions des apprenants (Giordan et de Vecchi, 1987) et la connaissance des conceptions des sujets est un préalable à tout apprentissage en vue d'identifier les obstacles à cette formation (Giordan et al., 1994). En ce sens, les recherches ont montré que même dans les pays industrialisés, la formation des enseignants à la recherche rencontre divers obstacles. Ainsi, Henson, 1996, signale que le manque de confiance des enseignants en eux-mêmes constitue un obstacle; en effet, ceux-ci prétendent ne pas avoir les connaissances statistiques ni les compétences nécessaires pour faire de la recherche. En France, des recherches ont montré que, pour certains élèves, la notion de recherche et de production du savoir scientifique leur est inaccessible et est rattachée à l'idée de "don" (Bazile et al., 1996; Zimmermann, 1996). Quant au plan social, il est admis que les institutions ne sont pas imperméables à leur environnement mais plutôt subissent des contraintes qui en sont issues.

Notre travail vise à connaître le niveau d'entrée et les conceptions de futurs enseignants de Biologie libanais à propos de la recherche dans le but d'identifier les obstacles majeurs à leur formation à cette activité, et d'adapter celle-ci au niveau des formés.

**Définition des concepts**

Le niveau d'entrée est entendu comme l'expérience théorique et pratique des sujets dans la recherche. Les conceptions sont les idées préexistantes chez les sujets sur un thème précis avant l'apprentissage. Les obstacles sont les empêchements cognitifs et/ou affectifs à l'acquisition d'un concept ou d'une démarche. Astolfi et Peterfalvi, 1997, les décrivent comme des structures et modes de pensée résistant à un apprentissage scientifique. Enfin, la recherche est une activité systématique d'investigation sur un problème précis dans un domaine de la connaissance en vue d'établir des faits nouveaux et des relations nouvelles. L'idée d'investigation est primordiale dans la recherche.

**Les questions de recherche**

Si l'on admet que toute intervention lucide suppose une estimation préalable des connaissances et la prise en compte des conceptions des apprenants à propos d'un thème donné, on se demande quels sont le niveau d'entrée et les conceptions des futurs enseignants à propos de la recherche. Les questions de recherche sont donc les suivantes:

- Quel est le niveau d'entrée des futurs enseignants à propos de la recherche?
- Quelle est la nature de leurs conceptions sur la recherche et sur le chercheur?
- Quelle est la nature des obstacles éventuels que ceux-ci affronteront lors de leur formation?

**Les hypothèses**

Les futurs enseignants n'ayant jamais été en contact avec le monde de la recherche , nous estimons que leurs conceptions seront dépourvues des notions sur les processus de la découverte scientifique. Le contexte étant également défavorable, nous faisons les hypothèses suivantes:

- Les sujets seront davantage dépendants du contexte que de l'aspect académique
- Le niveau d'entrée (expérience théorique et pratique) sera bas
- La conception de la recherche ne sera pas de type heuristique
- Les caractéristiques du chercheur seront des traits de personnalité et non des aspects objectifs susceptibles d'être remaniés par la formation
- La variable de contexte aura une influence négative sur les sujets.

En vue de tester nos hypothèses, un questionnaire sera administré à un groupe de futurs enseignants de Biologie du niveau secondaire. Les résultats de la recherche permettront d'adapter les interventions au niveau des formés en vue d'obtenir la formation la plus efficace.

**La méthode de travail**

**1 - L'échantillon**

| Nombre | Sexe | | Age | Expérience profes. | Diplôme | Situation actuelle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♂ | ♀ | μ | μ | Licence Biologie | Enseignants |
| 17 | 5 | 12 | 25 ans | 2.35 ans | 17 | 12 |

Tableau 1: Caractéristiques de l'échantillon

Ces sujets sont inscrits à l'Université Libanaise pour les années 1999 et 2000 en vue d'obtenir un DES en Didactique de la Biologie. Signalons que dans le cadre de leur formation, ils ont reçu durant le premier semestre de 1999 une formation à la pratique de la démarche expérimentale comme méthode heuristique et d'investigation en Biologie dans ses 2 aspects théorique et pratique. Un travail personnel mettant en jeu toute la démarche scientifique (perception et formulation de problème, élaboration d'hypothèses, test des hypothèses et déduction à l'effet de facteurs) était exigée, ce qui a pu leur permettre de transférer leurs connaissances dans ce domaine à la Recherche en Education qui est au programme du 2$^{ème}$ semestre de la même année.

**2 - Le questionnaire**

Le questionnaire compte 7 questions. La première vise à déterminer l'expérience pratique antérieure des sujets dans la recherche (effectué ou participé à), sans précision sur la nature scientifique ou didactique de celle-ci. Des preuves étaient exigées (titre et contenu d'une recherche réalisée ou à laquelle ils auraient participé); la question 2 permettait d'identifier un aspect de l'expérience théorique (lire une recherche) et les questions 3 et 4 demandaient de fournir des preuves de cette lecture: titre, nom du ou des auteurs, et nom de la revue pour la recherche lue. Les réponses devaient couvrir la période allant de 1995 à 1999, la dernière année étant celle de leur inscription à la Faculté de Pédagogie afin de situer leur premier contact avec la recherche. Les conceptions à propos du chercheur et de la recherche étaient sondées à partir de 2 questions ouvertes. Enfin, une question sur le niveau de développement de la recherche au Liban était posée et la réponse quelle qu'elle soit, devait être justifiée.

**Les résultats**
**Question 1/ Ont effectué ou participé à une recherche (n=17)**

| | Recherche investig. | Recherche. bibliogr. | Aucune | Total |
|---|---|---|---|---|
| Effectué | 6% | | | 6% |
| Participé à | 24% | | | 24% |
| Effectué | | 40% | | 40% |
| Ni effectué ni participé | | | 30% | 30% |
| Total | 30% | 70% | | 100% |

Tableau 2: Expérience pratique antérieure des sujets en %

70% des sujets n'ont aucune expérience pratique antérieure dans la recherche et il y a une ambiguïté sur le terme "Recherche" pour 40% d'entre eux. La seule recherche citée (6%) qui est celle **effectuée** à la Faculté de Pédagogie lors du cours sur la démarche expérimentale ne semble pas avoir été identifiée comme telle par tous les sujets du groupe bien qu'ils aient réalisé une recherche similaire. Seuls 24% disent avoir participé à une recherche. Une recherche n'est donc considérée comme telle que si elle est assumée par un autre chercheur indiquant que les sujets manquent d'autonomie et de confiance en soi.

**Q 2; 3 et 4/ Ont lu des recherches (n=17)**

| Catégorie | Ont lu | Titre | Contenu | Auteur | Revue | Date | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Av. 1999 | 1999 |
| % | 100% | 65% | 82% | 35% | 47% | 70% | 30% |

Tableau 3: Pourcentage des sujets ayant lu une recherche avec preuves

30% ont lu la première recherche à la Faculté de Pédagogie (après leurs études de licence. Seuls sont connus les noms des auteurs avec lesquels les sujets ont une relation personnelle (directeur de recherche, enseignant-chercheur, etc.) (6 sujets). Les sources de la lecture ont différents niveaux scientifiques. La majorité sont des revues étrangères.

**Q 5/ Les caractéristiques du chercheur (n=16)**

| | |
|---|---|
| Esprit scientifique: il utilise une méthode | 70% |
| Curiosité scientifique: il se pose des questions | 63% |
| Objectif, logique | 38% |
| A des connaissances | 38% |
| Bon observateur | 38% |
| Raisonnement scientifique | 19% |
| Patient, persévérant, sérieux | 19% |
| Enthousiaste, motivé, passionné, intéressé | 19% |
| Esprit critique | 13% |
| Créativité, dynamisme intellectual | 13% |

Tableau 4: Caractéristiques du chercheur

Les caractéristiques dominantes du chercheur sont celles qui peuvent être affectées par la formation: l'esprit scientifique (70%) et la curiosité scientifique (63%). Les traits de personnalité (passion, enthousiasme, patience, persévérance, sérieux) ont des valeurs plus petites. La créativité, le dynamisme intellectuel sont mentionnés. Le chercheur est perçu davantage comme un individu qui effectue un travail intellectuel en utilisant des méthodes particulières plutôt que comme doté de dons magiques.

**Q 6/ Niveau de développement de la recherche au Liban (n=16)**

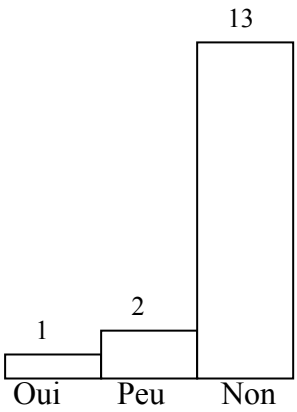



Tableau 5: Effectif des sujets pour le développement de la recherche au Liban

Un seul sujet affirme que la recherche est développe au Liban, 13 sujets (81%) la considèrent comme non développée et 2 sujets comme pas très développée. Pour les justifications des "non" on trouve:

| | |
|---|---|
| Manque d'argent; absence de centres, de laboratoires, de bibliothèques | 69% |
| Attitude passive de réception des recherches étrangères; complexe d'infériorité par rapport aux étrangers; les recherches ont déjà été faites; les chercheurs libanais copient les recherches déjà faites; il n'y a pas de vrais chercheurs au Liban. | 38% |
| Les chercheurs sont rares | 31% |
| Système d'enseignement; ignorance de la recherche par les enseignants | 25% |
| Recherches non diffusées; manque de contact avec les chercheurs | 19% |
| Responsabilité politique | 6% |

Tableau 6: Raisons justificatives de l'absence de développement de la recherche au Liban

L'aspect économique (69%) est dominant suivi des facteurs psychologique et pédagogique. Le facteur psychologique indique chez les futurs enseignants une image négative des chercheurs libanais qui ne sont pas "de vrais chercheurs" et qui "copient les recherches déjà faites". Un aspect frappant de la conception consiste dans l'idée qu'ils se font d'eux-mêmes face à la recherche. En effet, ils reconnaissent une attitude passive généralisée de réception des recherches étrangères et un complexe d'infériorité par rapport aux chercheurs étrangers. 25% critiquent le système d'enseignement caractérisé par la transmission des connaissances plutôt que par leur construction, et notent l'absence de chercheurs parmi les enseignants. De même, 19% constatent une circulation déficiente de l'information et une communication insuffisante des résultats

des recherches. Enfin, un seul sujet note l'absence d'intérêt pour la recherche au niveau officiel.

**Q 7/ Définition de la recherche**

| | |
|---|---|
| Travail; activité humaine; effort; activité intellectuelle | 56% |
| Méthode; procédé; expérience; enquête; étude | 56% |
| Trouver des solutions à des problèmes scientifiques; établir des lois scientifiques; découvrir une chose nouvelle | 50% |
| Trouver les causes; expliquer des phénomènes | 31% |
| S'appuyer sur les travaux antérieurs | 13% |
| Produire ou améliorer la science | 13% |

Tableau 7: Pourcentage des caractéristiques de la recherche

Les sujets perçoivent la recherche comme un métier intellectuel utilisant des méthodes spécifiques, s'appuyant sur des connaissances et visant des buts immédiat et lointain, ce qui correspond à sa réalité.

**Les obstacles**

Le terme de "Recherche" est ambigu pour plus du tiers des sujets qui confondent entre recherche bibliographique et recherche investigative, imposant la nécessité de définir ce concept de manière claire. Une deuxième ambiguïté consiste dans le fait que les sujets qui n'ont pas encore de formation didactique envisagent la recherche comme spécifique des sciences exactes ce qui nécessite de leur faire admettre l'enseignement comme objet de recherche. Un 3$^{ème}$ obstacle réside dans le fait que les connaissances théoriques des sujets à propos d'une méthode de recherche en sciences, c'est-à-dire la démarche expérimentale en Biologie, ont paru rigides et non fonctionnelles, en ce sens qu'elles n'ont pas été mobilisées et utilisées en vue de considérer le travail d'investigation qu'ils ont effectué eux-mêmes comme une recherche. Ils ne considèrent donc une recherche comme telle que si elle est assumée ou dirigée par un chercheur confirmé, et ils identifient les recherches, non sur la base de critères objectifs mais sur le statut académique et institutionnel de l'auteur. De là, la nécessité de préciser les critères de la recherche et de favoriser un contact plus diversifié avec celle-ci en vue de consolider ce concept chez les futurs enseignants.

L'absence d'un modèle d'identification libanais, joint à une circulation déficiente de l'information produite par les chercheurs libanais, ainsi que le fait que les sources scientifiques soient presque exclusivement étrangères (françaises ou américaines), ont créé une image négative du chercheur libanais, et ont conduit à un manque de confiance en soi chez les sujets, à un complexe d'infériorité par rapport aux chercheurs étrangers, et à une image de la recherche comme un domaine impénétrable et inaccessible pour eux.

Au total, les obstacles qui s'opposent à la formation des futurs enseignants à la recherche s'avèrent nombreux et doivent être traités à plus ou moins long terme si l'on veut aboutir à des formations réussies dans ce domaine.

**Les implications pour la formation des enseignants**

La passation d'un pré-test avant toute activité d'enseignement-apprentissage peut aider le formateur à situer les sujets en formation et à identifier leurs lacunes et les obstacles qu'ils affrontent de manière précise. C'est sur les données fournies par le pré-test que l'enseignement devrait être basé.

La nécessité de faire lire des recherches aux enseignants en formation peut les aider à stabiliser le concept et à participer par ce moyen à leur propre formation. La diffusion de recherches libanaises dans les universités peut contribuer à modifier la perception qu'ont les sujets à propos de la recherche et des chercheurs au Liban. De même, faire participer les apprenants aux recherches effectuées par les formateurs chercheurs ou au moins la communication des résultats de leurs recherches lors de la formation peut avoir un impact positif sur eux.

Un aspect fondamental de cette entreprise de formation réside dans la promotion de "l'esprit de recherche" (Ducruet, 1995) par une révision des méthodes d'enseignement. Si, dans l'immédiat, un Ministère de la recherche et une politique nationale de la recherche ne sont pas effectives, par contre l'émancipation de l'université et son ouverture aux pédagogies de construction du savoir peuvent familiariser les sujets avec la recherche. Or, dans de nombreux domaines scientifiques, l'enseignement reste traditionnel.

En définitive, si une interaction entre les diverses institutions et entre les chercheurs et les enseignants en formation s'impose, dans l'état actuel, il apparaît que la recherche ne constitue pas pour les enseignants et "pour la société (libanaise) à laquelle ils appartiennent une valeur à laquelle ils sont plus particulièrement attachés" (Crozier et Friedberg, 1977).

Un tableau synoptique résumant les différents facteurs intervenant dans cette situation est présenté à la page suivante.

CONTEXTE REGIONAL
PEU DE CHERCHEURS
CREDITS FAIBLES
CONTEXTE NATIONAL
CIRCULATION DEFICIENTE DE L'INFORMATION
PEU D'ENSEIGNANTS CHERCHEURS
ENSEIGNEMENT TRADITIONNEL
PEU DE FORMATEURS CHERCHEURS
CRDP CNRSL
PAS DE STATUT INTERNATIONAL DANS LA RECHERCHE
PAS DE
MINISTERE
POLITIQUE
CREDITS
ASSISTANCE OCCIDENTALE
FUTURS ENSEIGNANTS
CONNAISSANCES THEORIQUES RIGIDES
PAS D'EXPERIENCE ANTERIEURE
COGNITIF
AFFECTIF
RECHERCHES DEJA FAITES
COMPLEXE D'INFERIORITE
RECONNAISSEMENT
PAS DE VRAIS CHERCHEURS
COPIENT LES RECHERCHES
DEVALORISATION
RECEPTION PASSIVE

## Bibliographie


ASTOLFI, J.-P., et PETERFALVI, B, 1997, Stratégies de travail des obstacles: dispositifs et ressorts, in *Aster, N° 25*, Paris, INRP.

AUPELF-UREF, CNRS, 1995, *Perspectives et priorités de la recherche au Liban,* Beyrouth, FMA.

BARBIER, J.M., 1991, Recherche et formation in *Les tendances nouvelles dans la formation des enseignants: stratégies françaises et expériences étrangères* (Bourdoncle, R., et A., Louvet, éds), Paris, INRP.

BAZILE, J., et al., 1996, Le monde de la recherche et les élèves, in A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg, (éds), *Les sciences, les techniques et leurs publics, Actes N° 18*, Paris.

C.N.R.S.L., 1995, *Directory of the Lebanese Researchers in Lebanon,* Beirut.

CROZIER, M., et FRIEDBERG, E., 1977, *L'acteur et le système,* Paris, Editions du Seuil.

DUCRUET, J. 199, Rapport de synthèse sur la recherche scientifique au Liban in *Perspectives et priorités de la recherche au Liban,* Beyrouth, FMA.

GIORDAN, A., et G. de VECCHI, 1987, *Les origines du savoir,* Neuchâtel-Paris, Delachaux et Niestlé.

GIORDAN, A., et al., 1994, *Conceptions et connaissances,* Berne, Peter Lang.

HENSON, K.T., 1996, Teachers as Researchers in Sikula, J. (editor), *Handbook of Research on Teacher Education*, The Association of Teacher Educators, New York, MacMillan.

LEMOSSE, M., 1991, La France et les modèles Anglo-Saxons, in *Les tendances nouvelles dans la formation des enseignants: stratégies françaises et expériences étrangères* (Bourdoncle, R., et A., Louvet, éds), Paris, INRP.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, 1979, Décret N°1833 , Beyrouth.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, 1997, Circulaire N° 20/m/97 *Les programmes de l'enseignement général et leurs objectifs.*

THOUMY, A., 1984, La science des savants et la science enseignée, *Recherches Pédagogiques*, N° 12, Faculté de Pédagogie, Université Libanaise, Beyrouth.

THOUMY, A., 1997, Rôle de la production du savoir dans la formation des enseignants, in *Contribution de l'enseignement supérieur dans l'évolution du système éducatif* (Séminaire régional), Beyrouth (en arabe) (non publié).

UNESCO, 1991 a, World Education Report.

UNESCO, 1991 b, Statistical Yearbook.

UNESCO, 1999, Statistical Yearbook.

UNESCO, 2003, Statistical Yearbook.

YOUNES, T., 1996, Biological Sciences: Their Potential to Promote Environment and Development in the Arab Region in *Proceedings of the Second Scientific Conference on the Future of Science and Mathematics Teaching and the Needs of Arab Society,* Tunisia, Arab Development Institute (M. Debs, ed.).

ZIMMERMANN, M.L, 1996, La science: enseigner les sciences. Apprendre les sciences. Qu'en pense le public? In A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg, (éds), *Les sciences, les techniques et leurs publics, Actes N° 18*, Paris.


**********

# The Role of Practical Work and its Impediments to Effective Practice: as Perceived by Students, Teachers, and School Supervisors

Hassan H. Tairab and Ali K. Al-Naqbi,
Department of Curriculum and Instruction, COE,
United Arab emirates University
Al- Ain, United Arab Emirates.

This study explored views held by secondary school science students, science teachers, and science supervisors about the role of practical work and the impediments to its effective contribution to learning. The participants responded to a questionnaire consisting of two parts. The first part presented statements dealing with objectives of the practical work in relation to knowledge acquisition, processing skills, and attitude development. The second part asked participants to respond to open-ended questions about practices related to practical work in schools. The findings revealed that there was general agreement about the role of practical work in knowledge acquisition but participants generally disagreed about its role in developing learners' processing skills and attitudes. A tendency was also found among teachers and supervisors to favor the idea that practical work should be directed towards developing processing skills and attitudes of the learners. Impediments to effective practices and the implications of the findings were also discussed in the study.

## Introduction

Practical work in school science has taken the center of attention at all levels since the introduction of activity-oriented science curricular. With the emergence of curricular such as those in the United States, the United Kingdom, and other evolving and progressive areas in the world, science has come to be taught with great emphasis on practical activities. With the current emphasis on active participation of the learners and student-centered learning, practical work has taken the center of focus and concern for educators.

There are two main underlying reasons for the attention given to practical work. First, science is considered to be more than a mere body of knowledge to be learned. In fact, science belongs in a school laboratory as naturally as cooking belongs in a kitchen and gardening in a garden. It follows that the processing skills of science are considered equally important as the subject matter and that science teaching should equally emphasize the development of practical skills by using a range of these skills in experimental work in the science classroom. Second, the current constructivist view of learning considers learning to be active participation on the part of the learner. The learner is considered as an individual who actively constructs his or her knowledge base by engaging in learning activities. Therefore, practical work in our schools is expected to provide students with the opportunities to construct scientific knowledge based on personal involvement in designing experiments, manipulating data, observing outcomes, and making inferences and generalizations.

Earlier in the eighties, a survey of practical work by Beatty and Woolnough (1982) found that the majority of secondary school teachers indicated that about 40 to 80% of class time was spent doing practical activities. Other earlier research studies carried out on the role of practical work (Denny and Chennell, 1986; Nott and Smith, 1995; White,1996; Olsen et al., 1996; and Lourdusamy and Tairab, 1997) agreed that

practical work is, and also inferred that it probably will be, an essential component of school science, yet there were wide variations regarding the importance of the role and the purpose of practical work carried out in classrooms. In Lynch and Ndyetabura's study (1983), the participants, when given a list of aims to rate, rated those aims that had to do with making theory more understandable highly. Similarly, in the study of Denny and Chennell (1986), students regarded the over-riding purpose of learning as learning with understanding and developing interest and a sense of achievement. Gott and Duggan (1995) and Lourdusamy and Tairab (1997) further stressed that science laboratories should provide opportunities for concrete experiences, ways to help students confront their misconceptions, and skill development in logical thinking and organization. Hodson (1996) later classified the reasons given by teachers for engaging in practical work into five major categories: to motivate learners by stimulating interest and enjoyment; to teach laboratory skills, to enhance learning of scientific knowledge, to give insights into scientific methods, and to develop certain scientific methods.

Teachers' views of the role of practical work as reported by Hodson (1996) is similar to the classification of practical work reported by Gott et al. (1988). Gott and her colleagues identified five types of practical work based on its perceived, underlying role, namely: inquiry practical, illustrative practical, skill practical, observation practical, and investigative practical. The emphasis given to the role of practical work in these forms extends from skill development to a provision of opportunities for students to use concepts, cognitive processes, and skills to solve problems.

The emphasis of science teachers regarding practical work very often depends on their conception of science and on the type of the practical work, such as its type and quality, and on the teachers' aims in carrying out such activities. For example, Olsen et al. (1996) found a wide variation in the stated purposes of practical work, with even wider variations between what teachers do in classrooms and what often written in the curriculum guidelines. Tairab (2000) claimed that teachers who perceived science as a body of knowledge tended to use practical activities in ways that helped to illustrate and consolidate theory and to conceptualize content. It is, therefore, important to find out the views held by educators and students regarding the role and objectives of practical work in school science.

In the context of the United Arab Emirates, and despite the premium placed on the role of practical work, there is evidence to suggest that there is a dearth of studies published on the contribution of practical work to Emirates student learning. The authors surveyed previous literature and found that very little research has been carried out on how teachers, students, and supervisors view the role of practical work. With the introduction of teaching and learning through the practical investigation policy in a number of schools nationwide, it seems appropriate to explore the role of practical work in school science and the extent of its contribution to the development of student scientific literacy. Moreover, the policy framework identified in the 2020 document (Ministry of Education, 1999) and the newly developed science curriculum document have stressed that students should be actively involved in their learning. Practical work is one approach that could lead to student engagement and active participation in the learning process and hence, to authentic knowledge construction. It is from these points that the importance of this research project is grounded.

**Objective of the study**

The purpose of this research project is to explore views held by teachers, students, and science supervisors about the nature of practical work that is carried out by students and its contribution to the development of student scientific literacy. The research uses the term "nature of practical work" to describe the practice of practical investigations and activities planned by teachers and carried out by students and the educative role expected of these activities. Knowledge of such practices could identify possible alternatives that could lead to a better impact on student learning. Specifically, the paper aims to find answers to the following questions:

1. What is the emphasis given by teachers in the United Arab Emirates to practical work? Previous research studies have shown that teachers most often opt for a particular emphasis when engaged in practical activities such as demonstrating concepts or linking theory with practice. Our major concern, therefore, is to find which kind of emphasis is given by teachers to the role of practical work.
2. What do students at various educational levels think of practical work's contribution to the development of their scientific knowledge?
3. What is the emphasis given by science supervisors in the United Arab Emirates to practical work?
4. Are there any differences between science students, science teachers, and science supervisors in regard to their perceptions of the role of practical work?
5. What are the impediments to effective laboratory learning?

**Design and methodology**

**Design**

The research design employed in this study consisted of a survey, more specifically a questionnaire to survey participant views of the role of practical work. Quantitative analyses using a survey strategy will allow us to explore students' and teachers' perceptions in regard to the role of practical work carried out in schools. In addition, the authors believe investigating practices such as the role of practical work are best addressed using not only quantitative data but also methodologies wherein participants' ideas and interests are elicited through interactive dialogue between researchers and participants. For this reason, an interview technique was also employed to add more reliability to the quantitative analyses, and also to provide more accurate and reliable descriptions to the perceptions explored quantitatively.

**Sample of the study**

The sample of the study consisted of 587 subjects drawn from the whole country of the U.A.E. Of the total sample, 411 of the subject sample partipants were students drawn from the third year intermediate (N= 170) and the second year (N= 241) secondary schools. The rest of the sample consisted of 131 science teachers and 45 science supervisors. Table 1 shows the subject composition.

Table 1: Sample of the study

| Sample | NO. | % |
|---|---|---|
| Students | 411 | 70% |
| Teachers | 131 | 22.3 |
| Supervisors | 45 | 7.7% |
| Total | 587 | 100% |

Other characteristics describing the sample include the gender, nationality, and teaching experience of the subjects. Among the sample, there were 307 (52.3%) males and 280 (47.7%) females; 299 (50.9%) UAE nationals and 288 (49.1%) non-UAE nationals. Among the teachers and supervisors, 134 (76%) had more than six years teaching experience while the rest, 42 (24%), had less than six years of teaching experience.

**Instrument**

The study used, in addition to unstructured interviews, one main instrument—the perception of the role of practical work instrument with two versions, one for students and the other for teachers and supervisors. The perception instrument was concerned with collecting quantitative data from science teachers and science supervisors in regard to the role of practical work and the impediments to its effective contribution to science learning. The instrument consisted of two parts: the first part included 20 statements about the role of practical work as it is conceptualized in the literature. These 20 items covered three dimensions of the role of practical work—knowledge acquisition (items 2, 11, 14, 15, 16, 20), process skill development (items 1, 4, 6, 10, 12, 13, 17, 18, 19), and attitude development (3, 5, 7, 8, 9). The second part consisted of 11 open-ended questions asking participants to suggest roles of laboratory work in schools (which was not mentioned in the questionnaire) to suggest alternatives to existing practices or to list problems that they regard as impeding the effective implementation of practical work.

The validity of the instrument was established through consultation with four science educators and three science teachers using a conceptual framework that characterizes the role of practical work as reported in the literature, whereas the reliability of the 20 statements was found to be 0.88 which was deemed to be suitable for the purpose of this research.

**Procedures**

The data collection process started with the distribution of the questionnaires to the target sample. The selection of the sample was random in the sense that it was decided to include a representative sample from all educational zones of the country. Hence, the subjects included in the study were drawn from all educational zones of the U.A.E. The researchers took turns in traveling and distributing the questionnaires. Only one of the researchers, due to his knowledge and experience of the education system of the country and the layout of the educational zones, conducted the interview.

**Data Analyses**

The collected data were subjected to an initial examination in order to remove incomplete questionnaires and ambiguous responses before using SPSS software for analyses. The data were then analyzed using descriptive statistics to show the emphases of both groups of participants regarding the role of practical work. ANOVA was used to examine the significant differences, if any, between the participants' views about the role of practical work.

**Results and Discussion**

Results of the analyses, of participants' views about the role of practical work in schools, are presented in Tables 2 and 3.

The mean scores shown in Table 2 indicate that both groups of participants saw the role of practical work in school as supplementing knowledge acquisition, as indicated by the high mean scores. They believed that practical work helps students

comprehend scientific phenomena, find, verify, and remember facts and principles, and help them succeed on examinations. This is not surprising given the emphasis on the illustrative nature of practical work by the schools, as the interview data of this study revealed. Perhaps, both groups of participants, measure student success by the amount of scientific knowledge students are able to remember. Table 2 also shows that all participants seem to give less importance to the industrial aspects of the practical activities carried out by students.

When ANOVA was used to test for the statistically significant differences between groups, significant differences were found between the three groups of participants when they expressed their views about the role of practical work in developing the science processes in students, in 5 out of the 9 statements related to skill development. There is a tendency and consistency among teachers and supervisors to emphasize the role of practical work in developing processing skills in students more than students themselves, judging by the small variations in their responses as depicted by the small values of the standard deviations.

Table 2 also shows that students, teachers, and supervisors have not agreed upon the role of practical work in developing positive attitudes about science. Although all participants gave high ratings to the role of practical work in arousing and maintaining interest, developing critical scientific attitudes, and developing social skills and self-reliance, significant differences emerged in all but one statement, pertaining to attitude development. The values of standard deviations indicate that teachers and supervisors seem to be more consistent in their views than students.

The differences between the groups can be clearly seen when the ANOVA test was performed for possible statistically significant differences between the groups in relation to the three dimensions of the instrument (knowledge acquisition, processing skill development, and attitude development). Table 3 shows that the differences between the groups were statistically significant for the views about the practical role in developing student science processing skills and positive scientific attitudes, with the teachers and supervisors showing favorable views in terms of average mean scores.

In answering the question about views held by students of various educational levels, mean scores of third-year intermediate students were compared with those of the second-year secondary students using t-test analysis. The results show that there were significant differences between the two groups, indicating that both groups of students perceived the role of practical work similarly across the three dimensions of the instrument.

Table 2
Means and standard deviations of participants' view of the role of practical work

| | Statement | Student | | Teacher | | Supervisor | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | M | SD | M | SD | M | SD |
| Knowledge acquisition | 2. To find facts and arrive at new principles. | 4.3 | 0.9 | 4.1 | 0.8 | 4.3 | 0.7 |
| | 11. To elucidate theoretical work as an aid to comprehension. | 4.1 | 1.1 | 4.3 | 0.7 | 4.5 | 0.6 |
| | 14. To help remember facts and principles. | 4.0 | 0.9 | 3.9 | 0.8 | 3.7 | 0.9 |
| | 15. To indicate the industrial aspects of science | 3.8 | 0.9 | 3.7 | 1.2 | 3.7 | 0.9 |
| | 16. To make phenomena more real through experience. | 4.4 | 0.9 | 4.2 | 0.8 | 4.1 | 0.7 |
| | 20 To verify facts and principles already taught | 4.3 | 0.9 | 4.1 | 1.2 | 4.3 | 0.9 |
| | | | | | | | |
| Process skill development | 1. To develop creativity | 4.1 | 0.9 | 4.0 | 0.9 | 4.0 | 0.8 |
| | 4. To develop abilities to comprehend and carry out instruction | 4.5 | 0.9 | 4.1 | 1.0 | 4.3 | 0.9* |
| | 6. To develop an ability to communicate. | 3.8 | 1.1 | 4.1 | 0.7 | 4.1 | 0.7* |
| | 10. To develop specific manipulative skills. | 4.3 | 1.0 | 4.5 | 0.6 | 4.7 | 0.4 |
| | 12. To encourage accurate observations descriptions. | 3.9 | 0.9 | 4.3 | 0.6 | 4.5 | 0.6* |
| | 13. To give experience in standard techniques. | 3.8 | 1.1 | 4.0 | 0.8 | 4.2 | 0.6 |
| | 17. To practice seeing problems and seeking ways to solve them. | 4.1 | 1.1 | 3.6 | 0.9 | 3.5 | 0.9* |
| | 18. To prepare students for practical examinations. | 4.4 | 0.8 | 4.0 | 0.9 | 4.1 | 0.9* |
| | 19. To promote logical reasoning methods of thought. | 4.2 | 1.0 | 4.1 | 0.8 | 4.2 | 0.6 |
| | | | | | | | |
| Attitude | 3. To arouse and maintain interest. | 4.1 | 1.0 | 4.3 | 0.8 | 4.5 | 0.5* |
| | 5. To develop a critical attitude. | 3.1 | 1.3 | 3.4 | 1.0 | 3.4 | 0.8* |
| | 7. To develop an ability to communicate. | 4.5 | 0.8 | 4.3 | 0.7 | 4.3 | 0.7* |
| | 8. To develop certain discipline attitude. | 4.0 | 1.1 | 4.3 | 0.7 | 4.5 | 0.6* |
| | 9. To develop self-reliance. | 4.5 | 0.8 | 4.4 | 1.0 | 4.5 | 0.6 |

** (P <0.05), ** (P <0.001)*

Table 3
Summary of the result of the analysis of variance for the three dimensions

| Source of variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Knowledge acquisition | | | | | |
| Between groups | 0.517 | 3 | 0.172 | 0.397 | 0. 755 |
| Within groups | 253.078 | 583 | 0.434 | | |
| Total | 253.595 | 586 | | | |
| Process skill development | 4.447 | 3 | 1.482 | 5.226 | 0.001 |
| Between groups | 165.394 | 583 | 0.284 | | |
| Within groups | 169.842 | 586 | | | |
| Total | | | | | |
| Attitude development | | | | | |
| Between groups | 6.570 | 3 | 2.190 | 5.175 | 0.002 |
| Within groups | 246.758 | 583 | 0.423 | | |
| Total | 253.329 | 586 | | | |

What are the impediments to effective practical work?

Analyses of open-ended questions together with the interview data revealed that participants have clear concerns about the impediments to the best laboratory practices, which could contribute significantly to student learning. These impediments can be classified as resource-related, curriculum-related, and/or student and teacher-related impediments. Almost all teachers and school supervisors were found to frequently comment that current laboratory settings do not have the necessary resources to encourage effective practice. Students also observed that the nature of curriculum and the scheduling of investigative activities do not encourage meaningful learning. Incidentally, these views were even expressed by teachers—that they are pushed to their limit to complete the syllabus and that very little regard has been given to investigative work.

Other impediments that were frequently mentioned by participants were that students and teachers do not show high regard for practical work and that the emphasis is often placed on illustrative investigations that do not go beyond explaining theory within a context of detailed instructional steps for students to follow. Our own observations to the realities of practical work suggest that there must be a paradigm shift if practical work in school science is to make a real and effective contribution to developing higher order thinking in students and hence achieving expected learning outcomes.

**Conclusion and Recommendations**

Previous research studies dealing with the contribution of practical work in science learning have shown results that emphasize various pedagogic values ascribed to the role of practical work in school science. The findings described in this research are no exception. The findings of this study show, to a large extent, similarity to previous studies in that both groups of participants, though generally in agreement as to what could be seen as pedagogic values of practical work, disagreed on numerous occasions in regard to the relative emphasis placed on the role of practical work. It appears that the role of practical work in school science could be thought of as

supporting most purposes in the eyes of participants, with the tendency on the part of teachers, obviously due to their experience and training, to think of more far reaching roles such as those advocated by curriculum developers. With regard to the knowledge acquisition dimension, a surprising trend emerged. Both group of participants, including teachers and supervisors, assigned low priority to the technological and industrial aspects of practical work. The significance of this low emphasis can be seen in the fact that the emphasis that is most often given by teachers to the role of practical work affects the way they conduct practical activities for their students. The implication of the low emphasis for the technological and industrial application of practical work is that science teachers should work hard to close the gap between the classroom science and its application in the daily lives of students by emphasizing the contributions that practical work could make in raising the students' various intellectual procedural skills that are most likely to be useful to students' futures and potential careers.

Another aspect of the findings that is worth mentioning were the content-oriented views exhibited by both groups of participants in regard to the role of practical work in knowledge acquisition. The high mean scores of participants for the statement pertaining to knowledge acquisition can only be interpreted in terms of societal pressure and expectations. The increasing demands and pressures on both students and teachers alike to bring about success could very well explain the content-oriented position exhibited by participants with regard to the knowledge dimension.

With the introduction of practical activities in most schools across the country, this study suggests that teachers should approach practical work differently. While the link between theory and practice is essential in learning science through the use of illustrative practical activities, the process-oriented view and skill development should be emphasized. Practical work in school science should be used to develop student cognitive processes that are essential in today's world. Teachers should give more emphasis to processing skill development by way of using active engagement strategies so that students are prompted to use science processing skills to arrive at their own conclusions. In this way, students not only acquire procedural understanding of science but they learn science in a more meaningful way.

## References


Beatty, J. & Woolnough, B. (1982) "Why do Practical Work in 11- 13 Science?" *School Science Review*, 63 (225), pp. 768- 770.

Denny, M. & Chennell, F. (1986). "Exploring Pupils' View and Feeling about their School Science Practical: Use of letter writing and drawing exercises". *Educational Studies*, 12, 73- 86.

Gott, R. & Duggan, S. (1995). *Investigative Work in the Science Curriculum;* Open University Press, Buckingham.

Gott, R., Welford, G., & Foulds, K. (1988). *The Assessment of Practical Work in Science,* Oxford, Blackwell.

Hodson, D. (1996). "Practical work in School Science: Exploring some directions for change". *International Journal of Science Education*, 18 (7) pp. 755- 760.

Lourdusamy, A. & Tairab, H. (1997). "Views of Teachers and Student Teachers on the Role of Practical Work in School Science". *Journal of Applied Research in Education*, 1 (2), pp. 23- 30.

Ministry of Education and Youth (1999). Education Vision 2020, Author.

Nott, M. & Smith, R. (1995). "'Talking your way out of it.' 'Rigging and conjuring': What Science Teachers do when Practicals Go Wrong". *International Journal of Science Education*, 17 (3), pp. 399- 410.

Olsen, T., Hewson, P. & Lyons, L. (1996). "Preordained Science and Student Autonomy: The nature of laboratory tasks in physics classrooms". *International Journal of Science Education*, 18, 775- 790.

White, R. (1996). "The Link between the Laboratory and Learning". *International Journal of Science Education*, 18, pp. 761- 774.

Tairab, H. (2000). "Influence of pre-service science teachers' conceptions of the nature of science on their knowledge production during laboratory investigations". Paper presented at the Sixth UNESCO-ACEID International Conference, Bangkok, Thailand, December 12- 15, 2000.

**Appendix a:**

Statements about the role of practical work in school science used in the survey

1. To develop creativity.
2. To find facts and arrive at new principles.
3. To arouse and maintain interest.
4. To develop an ability to comprehend and carry out instruction.
5. To develop a critical attitude.
6. To develop an ability to communicate.
7. To develop an ability to communicate.
8. To develop certain discipline attitude.
9. To develop self-reliance.
10. To develop specific manipulative skills.
11. To elucidate theoretical work as an aid to comprehension.
12. To encourage accurate observations descriptions.
13. To give experience in standard techniques.
14. To help remember facts and principles.
15. To indicate the industrial aspects of science.
16. To make phenomena more real through experience.
17. To practice seeing problems and seeking ways to solve them.
18. To prepare students for practical examinations.
19. To promote logical reasoning method of thought.
20. To verify facts and principles already taught.

**********

## Idea Exchange Session

### Supporting Students with Special Needs within Regular Classes

The following key questions were addressed in this idea exchange session: 1) What kinds of special needs typically occur in our classrooms?; 2) In what ways can we provide learning disabled students with special support?; and, 3) In what ways can we provide mathematically and scientifically talented students with special support? Participants came to the session prepared to answer these questions and shared their experiences and their own ideas for how to support students with special needs.

## Practical/ Interactive & Research into Practice Sessions

### Exploring Dynamic Geometry Using Cinderella©

Robert Pour
The Petroleum Institute
Abu Dhabi, U.A.E.

The goal of this workshop is to introduce participants to a specific software package which will enable them to: explore the field of dynamic geometry through individual constructions and explorations, gain an appreciation of the pedagogical power of this approach to geometry, be provided with resources in order to explore the subject further. Upon completion of the workshop, participants should be able to construct lines, conic sections, and triangles using Cinderella ©. They should also be able to measure distances and angles, create a simple linkage, and demonstrate a basic theorem using dynamic geometry.

**********

## From Story Book to Science Experience—Making Science Come Alive through Children's Literature

Sharon L. Reed
Harcourt International
Orlando, Florida, USA.

Children love literature and they love hands-on science experiences. A teacher can use the foundation of a motivating story to set the scene for good science activities and science learning. Well-chosen literature can introduce children to science vocabulary and concepts that may normally be difficult or "dry". Connecting stories and science can cement learning and new knowledge in different ways and allows the classroom teacher to reach students with different needs who may learn in alternative ways. For the elementary level teacher who may be "science shy", connecting literature and science is a natural and comfortable way to cover two curriculum areas under one great learning experience! This session will feature several science-related stories and feature hands-on activities that are natural extensions from these stories. Teachers will be encouraged to look at their own range of stories in their current classroom to find natural literature/ science connections.

**********

## What does a Performance Assessment Task Attempt to Do in the Math Classroom?

Maha El Hariri
Eastwood College Kafarshima
Kafarshima, Lebanon

Paper-and-pencil tests measure student recall of factual information, algorithmic procedures, and are useful in assessing acquisition of skills. Alternatively, performance assessment tasks are interesting, worthwhile activities that are related to instructional objectives. These tasks determine what students know in addition to what they can do through measuring students' abilities in applying mathematical knowledge and skills that they have acquired in a contextual application. General guidelines and criteria necessary for developing such performance tasks, as well as several examples of these tasks, will be shared with session participants. Participants will also have the chance to present their own experiences with performance assessment tasks and discuss them.

**********

## Homemade Math Games

Nisreen Jabr
Ahlia School
Beirut, Lebanon

Math games are an important innovative technique for introducing new concepts, assessing children's progress, and/or providing individual assistance to a struggling child in the preschool and lower elementary level. However, having access to such games is either expensive or unavailable for most teachers. Several easy handmade/homemade activities tackling many mathematical concepts will be shared with this session's participants. In addition, participants will have the chance to review these activities and discuss their applicability.

**********

## Using Math Menus in the Elementary Classroom

Betty Koleilat, Ed. D., Head of Lower School
Brummana High School
Brummana, Lebanon

The ability to use mathematics in a variety of situations is critical to a child's understanding of the subject. The use of teacher-created math menus allows students to use mathematics in different problem-solving situations related to the real world. Students make choices about the work that they will do and become involved in problem-solving activities. Not only will their motivation increase because of their interest in the choices that they have made, they will find pleasure and satisfaction in working on and meeting these challenges. Opportunities for the use of skills and knowledge that are acquired in class are important to acquisition and retention. Participants in the session will become involved as student learners and will gain the knowledge necessary to create their own teaching menus.

**********

## Beyond Drill: Problem Solving Activities to Thrill and Promote Critical Thinking!

Dixie Schurle
Harcourt International
United Arab Emirates

Math instruction has moved well beyond mere computational practice and drilling. This session will consider characteristics of good problem solvers and current ways to have student "think math, talk math and write math" through problem-solving activities. Critical thinking is enhanced when students are actively involved in working with a problem-solving plan and are exposed to a wide range of problem-solving opportunities. This session will actively involve participants in working directly with several hands-on activities using visual thinking, math stories, and games suitable for various learning modalities. Assessment of problem-solving will also be discussed, and participants will go home with a specific list of ways to promote problem-solving in their classrooms.

**********

## Solving Problems or Problem-Solving

Bilal Basha and Manal Yehya
Saint Mary's Orthodox College
Beirut, Lebanon

In this presentation, a global approach to problem-solving is adopted that enhances mathematical reasoning, critical thinking, and creativity. During this session the elements of problem solving will be pointed out and a variety of problems and contexts within which problems can be formulated will be addressed. The presentation touches upon "de-programming" problem-solving by focusing on mathematical concepts and skills rather than mathematical themes.

**********

## Building Better Problem Solvers through Problem Posing

Edward A. Silver, Chair of Educational Studies
University of Michigan
Michigan, U.S.A.
*Sponsored by the Faculty of Arts and Sciences at A.U.B.*

After a brief introduction to problem posing, participants will engage in actual problem posing tasks and share the results of their experiences. Participants will also be engaged in a discussion of research results related to the use of problem posing in elementary and middle schools, as well as how such activities can help build better problem-solving skills amongst students.

**********

## Solving Some Curricular Mathematic Problems in Elementary Classes

Ferial Moghrabi, Math Department
Islamic Makassed Secondary Schools
Saida, Lebanon

Mathematics is one of the most fundamental subjects that students study in school. However, some students find difficulties in learning math and this sometimes leads them towards hating the subject. Also, math teachers sometimes run into problems in teaching and communicating mathematical concepts. The purpose of this presentation is to underscore some of these problems that we commonly find while using “Building up Mathematics” published by the Educational Center for Research and Development (ECRD). A sample lesson, from the publication, will be distributed to the participants for them to discuss and critique. Possible solutions for the previously mentioned problems will be presented and participants will also have the opportunity to share their own ideas about solving these problems.

**********

## Enhancing Math Instruction through Multimedia Projects

Haitham Solh, Math Department Head (grades 7 – 12)
Dubai National School
Dubai, U.A.E.

Teaching has changed dramatically over the course of the years, especially with huge advances in technology and its application in the classroom. Among the many tools one can now use in the classroom, one stands out as a powerful and efficient way to target all students: the multimedia projector. The importance of a multimedia projector lies in its ability to capture students' attention, save time, and provide the teacher and the student with alternative means of teaching and learning. An introduction on the advantages of the use of the multimedia projector will be given during the session. In addition, participants will be involved in an interactive power point slide show about the functions and uses of a multimedia projector as well as an interactive animated activity in which they will solve real life problems. Participants will also have the opportunity to share their thoughts and inquiries about using the multimedia projector in their classrooms.

**********

## The Scientific Calculator in Secondary Math Classes

Houssam Kasti
Hariri High School II
Beirut, Lebanon

One of the drawbacks of the Lebanese math curriculum is the lack of time allotted to finish the program. Although some action has been taken to solve this problem, namely by canceling some lessons, the problem has not been fully solved. The scientific calculator can play an effective role in the math class, minimizing this loss of time and loss of lessons. In this session, we will investigate the capabilities of the scientific calculator and how we can benefit from these capabilities in our math classrooms.

**********

## Time for a New High School Function?

Seán M. Stewart, Department of Physics
The Petroleum Institute
Abu Dhabi

Functions are central to any secondary school mathematics curriculum. Whilst many functions are known to exist, only the most elementary of these are typically studied at the secondary level. By the time a pupil completes their schooling, only elementary functions such as the trigonometric functions and their associated inverses, the logarithmic functions, and the exponential functions have been encountered and studied. We introduce a recently defined function known as the Lambert *W* function. Through exchange and sharing with session participants of a few simple ideas concerning functions, the general properties of *W* will be developed and explored. Moreover, participants will solve some simple algebraic equations in terms of *W*. Participants will also have the opportunity to develop and discuss their own ideas about the place, importance, and teaching of functions in the secondary curriculum and assess if *W* canbe purposefully introduced to secondary pupils in senior classes.

**********

## Ways to Develop Children's Mathematical Competencies

Wazen Soulaiman Georges, E.W.C.

The purpose of this workshop is to help teachers experience effective ways to develop children's mathematical competencies. The session will especially focus on strategies to help students whose performance levels are below expectations. Participants will be provided with suggested instructional strategies such as intervention, explicit instruction, the use of manipulatives and concrete materials, the use of practice or review, and lesson closure.

**********

## Teaching Math Humanely—Learning Math Naturally

Rima Halabi Abou Rafeh
American Community School
Beirut, Lebanon

Despite the innovative educational ideologies of the last two decades that produced sparkling titles like constructivism, integration, and inquiry and despite the claim that reform has invaded the teaching of mathematics, elementary school mathematics and especially number concepts still continue to be taught using the old, traditional methods. This session presents a practical approach to elementary number concepts through concrete visual representations and simulations, allowing students to construct tangible, perceivable, and less abstract pictures for these concepts. Moreover, a suggestion of an alternative algorithm for basic operations on whole numbers will be introduced and participants will be given the chance to debate its feasibility, limitations, and possible extensions.

**********

## CABRI Geometry: A Tool for Teaching Geometry

Sahar Bokosmaty Zaarour

This workshop aims at building teachers' skills in using CABRI to achieve their objectives in teaching geometry. Topics that are considered to be difficult in the teaching of geometry—such as locus, construction, remarkable lines, transformation, etc.—will be identified to experience how this software can help students explore and think about problem situations and solutions.

**********

## Student-Centered Problem-Solving—Teaching and Learning Mathematics in a TESOL Environment

Graeme Ward
Petroleum Institute
Abu Dhabi, UAE

In recent times, the emphasis on learning mathematics has swung from the memorization of facts and algorithms to the access and application of information and thereby the understanding of algorithms and of deeper mathematical and philosophical concepts. To facilitate the construction of related knowledge, skills, and understanding— educational institutions have moved towards a student-centered, cooperative, problem focused, learning environment in which students share personal past experiences as they assist each other in order to better understand and solve relevant problems. In doing so, students are able to learn and exercise other important qualities such as cooperation, communication, and leadership, which are valued and necessary within the context of today's modern technological society, as they construct their own perspectives, construct their own understandings, and construct their own further experiences. Participants will share in the development of such techniques that are acceptable and applicable within a TESOL learning environment.

**********

**Practical/ Interactive & Research into Practice Sessions- Science Sessions**

## Introducing Technology in the Teaching of Physics

Viviane Khoury Saab, IB and High School Physics teacher
American Community School
Beirut, Lebanon

Technology has become an important and helpful tool in the teaching of physics at the secondary level. Knowing how to use technology makes physics easier to understand and is appreciated by the students. Many software and internet sites are available nowadays; ideas of how to incorporate them into our teaching and classroom lessons will be shared and discussed with session participants. The participants will be actively involved in performing experiments using Vernier software and in browsing the internet for suggested sites. The participants will also have the opportunity to develop and share their teaching experiences with technology.

**********

## كيف نعمل على تعديل منهاج الكتاب المدرسي لخدمة أهداف المنهجية الجديدة؟

سهير الحاج، قسم العلوم، المؤسسة الإسلامية للتربية والتعليم، بيروت، لبنان

تهدف المنهجية الجديدة في تعليم مادة العلوم إلى بناء فرد فعّال في مجتمعه من خلال مساعدته على اكتساب المنهج العلمي في التفكير والقدرة على حل مشكلاته وأخذ القرارات المناسبة. الا ان تطبيق المنهجية الجديدة وتحقيق أهدافها واجه العديد من المصاعب في المدارس اللبنانية أهمها عدم قدرة عدد لايستهان به من المعلمين على إكساب طلابهم المهارات الضرورية. ان هذا الخلل يعود الى عدة أسباب أهمها الصعوبة التي يجدها أغلب المعلمين في تغيير سلوكهم الذي طالما اعتادوا عليه خلال سنواتهم التعليمية ابان المنهجية القديمة، من جهة، ومن جهة أخرى فقدانهم الى القدرات المطلوبة لعملية التغيير؛ هذا بالإضافة الى عدم توفر المستلزمات الضرورية لتطبيق المنهجية الجديدة بشكل سليم في ظل المهام المتعددة التي تصقل كاهل المعلم. في هذه الورشة سوف يعطى المشاركون الفرصة، أولاً، للتفكير في أهداف المنهجية الجديدة ومدى تحققها بعد اعتماد المناهج المفروضة من قبل الكتب المتوفرة في الأسواق اللبنانية. كذلك سوف يعطى المشاركون الفرصة لتعديل نشاط من الكتاب المدرسي ليتناسب مع أهداف المادة وتنمية قدرات المتعلمين العلمية. أخيراً سوف نقوم بتبادل الآراء مع المشاركين حول بعض الأنشطة المعدّة التي من شأنها تنمية مهارات هذه الحلقة عند التلاميذ.

**********

## Genetics through Playing Cards

Fouad Bakkar
National Protestant College
Kafarchima, Beirut, Lebanon

Genetics is one of the biological sciences that Lebanese students in grade nine feel uncomfortable dealing with as criteria for promotion to the secondary level (as it is an important unit for the official examination). In an attempt to address conceptual difficulties of genetics, this session provides a hand-on activity using playing cards. Working in pairs, the participants will receive playing cards representing sex cells, each bearing a given number of chromosomes. This activity will provide the participants with the opportunity of discuss the outcome of fertilization and the underlying causes for any infant or reproduction abnormalities, and to review other related topics (e.g. karyotype, Mendel's Laws, and meiosis). Participants will also have the opportunity to share their own experiences at attempting to develop authentic understanding of this part of the biology curriculum.

[*The author of this presentation indicated to the SMEC committee that the game described in this session was recently registered as an educational game under the title "Flip & Guess"*].

**********

## Teaching through Inquiry

Suheir Sleiman and Mary Therese Tutunji
American Community School of Beirut
Beirut, Lebanon

Teaching through inquiry engages students in scientific investigations and problem-solving activities. This method allows them to construct their knowledge in an active and progressive manner and shifts the emphasis from the textbook to investigations that students can perform and analyze. Participants will conduct a lab experiment, collect and evaluate data, and deduce their own conclusions. Participants and presenters will then discuss the advantages and limitations of this technique and share their experiences with applying inquiries in their classrooms.

**********

## Questioning: Discordant Results as a Hypothetical Source

Andrée Thoumy
Education Faculty, Lebanese University, Lebanon
thetys@cyberia.net.lb

Firas Al Itaoui
Al Maarifa School, Beirut, Lebanon
FIRASS19@hotmail.com

The question and the problem are the starting points of any learning and any investigation and learners asking questions is a major aim of constructivist science teaching. Moreover, in this learning theory, the ability to ask oneself questions is the ultimate issue. However, Lebanese science teaching lacks this aspect of constructivism, having been cumulative for long periods of time. This session aimed to promote the ability of life science teachers at the secondary and intermediate levels to state questions and/or problems. The job of the teachers during the session was to state questions about a situation consisting of discordant results, which we hypothesized they would favor questioning due to the extremity of the situation. The flow of the session, with about 25 teachers in attendance, was as follows:

1) The few first minutes consisted of making the teachers live through a brief experience of being questioned by asking them a question which in turn led to quest for information in order to answer it. They were asked “are you sure you did not lose your car key?”
The teachers searched in their bags to find their keys and it was mentioned that their search was just as much about finding the key as finding information about the key: is it or is it not in the bag? It was then deduced that any question leads to a quest for information.

The teachers were then asked to say why a question leads to a quest for information and a brief development of the cognitive conflict was presented: any data creating doubt (in this case a doubt concerning the information about the key), perplexity or discrepant events (any change observed in a situation: shape, aspect, place, etc.) leads to a search for information to solve the conflict.

The second step was then to reach an agreement on the definitions of the major concepts of the session. Teachers were asked to give definitions, based on examples, of the following words: question, questioning, hypothesis, and discordance (the latter was given by the presenters). Agreement was achieved for the following definitions accompanied by examples of each:

Question: a statement having an interrogative form and with an aim at understanding a puzzling situation; to explain a situation by finding a relationship between two variables. This type of question is classified by Parson (1971) as *probing questions*, which are "Open-ended questions which prompt search for additional data or relationships or which encourage explanation." Examples of this type of question are the following: "What makes the trees' leaves fall in autumn?" or "What makes the flies attracted to the meat?"

Questioning: the ability to ask oneself questions, as for instance: "I have not found my book on the shelf. Did I lend it to anybody?"

Hypothesis: a statement containing a variable explaining an unexpected event, and in other words, we assume that this variable has caused this event. Hypotheses are characterized by their uncertainty (we assume that …). The preceding statement which explains why I am not finding my book is an example of hypothesis.

Discordance: discordance is defined by Piaget, 1924 (*Judgment and Reasoning in the Child)* as "the situation that denies a causal relationship. It is introduced by the conjunctions of discordance such as "although", "even though", "in spite of the fact that", "but", etc. The word "although" [*quoique*] expresses a discordance and not a positive relation between cause and effect". The following example was given: When you add the Fehling reagent to a test tube containing a reducing sugar, you can see a red coloration. Discordance describes the case in which you add the reagent but you do not obtain the red color. So questions rise in your brain concerning the failure of the process.

All of the proposed statements were discussed to reach a final agreement. It was also pointed out that a question is different from a problem, all questions being unnecessary problems, while all problems are questions and that questions and specially questioning are personal productions relative to creative thinking.

2) The graph representing discordant results was showed on the overhead projector, and the conditions in which they were obtained were presented: "The results are issued from research on the conceptions of two groups of Lebanese students (in the first year secondary and third year secondary level) about the nervous message which is presented differently in the textbooks of the two levels, i.e. electrical manifestation of the nervous message in the first year secondary, and electrical manifestation, joined to ionic origin in the third secondary level textbook. While it was expected that the conceptions of the pupils at each level would reflect the presentation of the

correspondent textbook, the research showed that the 2 groups had identical conceptions corresponding to the knowledge presented in the first year secondary textbook, and these results led us to ask many questions."

The teachers were asked to observe the graph, analyze it, and compare the results of the two groups. They were also asked to explain these results and to say why they were discordant. Finally, they had to write personal questions about these results. Some teachers were able to note that only the results of the third year secondary were discordant and to formulate questions. These questions were compared to those formulated during the original study, which were stated as follows:

- Is the discordance the result of the permanent effect of the first year secondary textbook?
- Is the discordance the result of a lack of a cognitive bridge between the existing knowledge of the students and the new knowledge introduced by the third year secondary textbook? A brief explanation was given about the cognitive bridge as information which, when introduced before the new information to be learned, facilitates its acquisition. This concept of a cognitive bridge was introduced by D. Ausubel in 1960. For this author, the cognitive bridge must have the following characteristics: it must be more general and more abstract than the information to be learned and should facilitate its learning in a meaningful context.
- Is the discordance the result of a lack of the following hypothetico-deductive system: "all the biological phenomena have a physico-chemical basis?"
- Is it wrong or incomplete to omit the chemical origin of the nervous message?

It appeared that two of the problems stated by the teachers were identical to those proposed by the presenters during the session as to what gave them a feeling of success.

The implications of the session were the following: it is necessary to ask questions of pupils and students and to let them ask questions. To promote students' abilities to ask themselves questions and to find discrepant events and discordant results should be major aims of teaching.

**********

## Using an Example of a Controversial Issue to Learn about Science and its Nature

Hayat Hokayem
City International School, Al-Hoda School, and Mariam Klait City International School Lebanon

Learning science becomes more meaningful as learning about the scientific enterprise is integrated. This practice requires students to appreciate certain aspects of the nature of science, such as science's tentative nature and the effect of society and culture on the scientific endeavor. Choosing a certain controversial issue, such as genetically modified food, could help students learn about the nature of science in addition to learning scientific content. In this session, participants will engage in discussing scientific content and certain aspects of the nature of science using a recent article from a popular science journal. This will help give explicit attention to science's nature as certain content is being taught, at the secondary level, hence, allowing meaningful learning to occur.

**********

## Moving Pictures in your Science Teaching

John Stringer
UK

Computers, television, and video make it possible to show complex ideas in visual ways. They enable children to go places and see things that are too small, too large or too far away to present in the classroom. They make it possible to take part in investigations or to learn from experts. But this powerful tool of media must be handled with care; it is important that it does not take the place of real-life experience. This session will enable participants to look critically at resources and to select and use the best available media resources more effectively.

**********

## A Physics Performance Task: Projectile motion

Oscar Eid, Physics Department
Sagesse High School
Ain Saade, Lebanon

Performance assessment requires students to actively develop their approaches to a specific task under defined conditions, knowing that their work will be evaluated according to agreed-upon standards. The task chosen for this physics performance task, entitled "projectile motion", must be carried out at school over several hours. A projectile is the most common example of an object which is moving in two-dimensions. Once projected, it continues in motion by its own inertia and is influenced only by the downward force of gravity. It is a fundamental concept in many real-life situations. The session will begin with a brief introduction about the use of performance tasks in physics. Participants will then be divided into groups to complete a web quest in order to gain an understanding of the physics of projectile motion that have eluded the greatest physicists for centuries. They will share their findings in order to understand the physical laws governing projectile motion. In addition, a list of physics websites and a compact disc will be provided to session participants along with explanations.

**********

## AA+_ Alternative Assessment: Examples from Science

Nada Chatila Afra & Dania Maaliki Tarabishi
American Community School
Beirut, Lebanon

Alternative assessment is a new trend in education. Educators are shifting more and more away from paper-and-pencil testing towards other forms of assessment such as projects, performance tasks, and portfolios that can more authentically evaluate student understanding of learned concepts as well as student ability to transfer their knowledge to new situations. The purpose of this session is to increase the participants' understanding of how alternative assessments can be used effectively in science classrooms.

**********

## Using Portfolios, Assessments, Stories, Songs, Activities, Body Language, and Crafts in Teaching Science

Nadia Al-Iskandarani
Rawdah High School

Portfolios, assessments, stories, songs, activities, body language, and crafts are different techniques all put together to form what is abbreviated as the PASS ABC methodology. This methodology will take teachers away from a "Cook from the Book" traditional way of teaching to the "sing and play, science all day" technique. Participants will sing, write, play, and dance to expressively communicate the traits of vertebrates.

**********

## Scientific Literacy in Elementary Science Classrooms

Faten Jibai, Maha Khatab and Inar El Zein
Beirut Annunciation Orthodox College
Beirut, Lebanon

The goal of this presentation is to help teachers explore the standards related to science and move beyond them. Teachers will be introduced to the results of scientific inquiry and some higher standards that lead to skilled and professional teachers, adequate classroom time, a rich array of classroom material, accommodating work spaces, active inquiry-based methods, and use of community resources. Thus, instead of suggesting a particular curriculum, these standards will aim to help teachers make better independent choices that fit their particular circumstances. Therefore, moving beyond the present constraints is necessary to bring coherence to the improvement of science education.

**********

## Answering Official Exam Questions: What do the Verbs Used in Exam Questions Imply?

Zarifeh Geries-Jarjour
Lebanese University
Beirut, Lebanon

This interactive session is a mini-workshop that aims at exposing problems that are encountered during the correction of official exam questions in biology both at the secondary and at the intermediate levels. One of these problems involves confusion in the comprehension of assigned instructional verbs such as analyze, interpret, and deduce to mention just a few. Participants will engage in writing appropriate exam questions that will avoid the confusion and comprehension difficulties that students commonly face.

**********

## Designing Performance Tasks in Biology

Ghada Feghali
International College, Secondary School
Beirut, Lebanon

A performance task is a task intentionally designed to provide students with the opportunity to perform and apply expected learning behaviors such as analyzing, synthesizing, and judging. While traditional tests answer the question "do I know it?", performance tasks answer the question "how well can I use what I know?" Performance tasks are a vital tool that allows students to engage in learning experiences that leave a lasting impression. In this session, participants will be introduced to the key aspects of designing effective performance tasks. Participants will also have the opportunity to design and discuss their own tasks.

**********

## Teaching Science for Everyone

Ramzi Ataya and Heba Daouk

Science learning often starts with hands-on activities but has to go beyond them. Here is where reading materials can enrich and extend a student's hands-on experiences and here is where the opportunity lies for teachers to teach valuable content reading skills. Science texts are nonfiction, expository texts but a teacher can supplement these types by also using narrative texts, films, and field trips to introduce science concepts. These approaches can be used as ways to attract student attention to a certain concept, integrate literature with science, and promote critical thinking.

**********

## What Is A Performance Task? How to make a Performance Task?

Samar Noueihid and Hoda Tarraf,
International College, Middle School
Beirut, Lebanon

The purpose of this session is to introduce upper elementary and middle school biology teachers to an alternative learning and assessment methodology known as performance based learning assessment (PBLA). PBLAs from different grade levels will be shared with the participants. Each PBLA is an application to the concept or concepts learned throughout a unit. Topics addressed will be: the application of the scientific method (grade 6); the characteristics and adaptations of marine animals in Lebanon and risks encountered by the animal(s) (grade 7); immunity (Grade 8), digestion and assimilation (Grade 9). Process skills embedded within these tasks include reading comprehension, writing skills, writing research reports, problem-solving (thinking skills, strategies, and science skills), decision-making, and different communication strategies. Work habits students acquire while performing these tasks are following directions, organizing work, managing time, attending to details, and committing to neatness and responsibility.

**********

## Teaching Science Using Games and Songs

Nibal Hamdan
Greenfield College
Beirut, Lebanon

Learning science concepts through using games and songs is an exciting adventure for students. Although the process may seem daunting to some more traditional teachers and might even seem disruptive and chaotic to the classroom, combining students' natural interest and curiosity about science with their desire to sing and play provides a greater motivation to learn and keeps classrooms lively. Session participants will play games that are based on silent communication and others still that depend on speed and knowledge. Playing these games will enable the participants to experience the fun and feeling of competition that these games can bring to their classrooms. Participants will also listen to "DNA music" and will sing a "Science Song."

**********

## Improving Reading and Writing in the Science Classroom

Nahla Jamaleddine and Rima Khishen
International College, Middle School
Beirut, Lebanon

Most teachers agree that active reading and writing skills are essential for learning science concepts. However, science texts are often more challenging for students than other types of texts. Compounding the problem is a detail with which some science teachers often lack the expertise and interest, in teaching reading and writing. As a result, students receive fewer opportunities for developing these skills and a critical science instruction tool goes unused. This session aims at sharing techniques that we have tried and that have helped our students improve their reading and writing skills.

**********

## Using Craft Activities in the Science Classroom

Nahed Zreik
Harriri High School II
Beirut, Lebanon

Craft activities are one way, among others, to render abstract concepts concrete and to create a healthy and entertaining learning environment for children aged 5 to 9 years old. However, such activities require creativity, which is partly innate and partly acquired through research and repetitive exposure to various related experiences. In this session, diverse artistic ideas, related to specific science concepts, will be demonstrated to and discussed by participants.

**Practical/ Interactive & Research into Practice Sessions- Math & Science Sessions**

## Active Learning Approach: Experience from the Upper Egypt schools

Dr. Malak Azer, Ali Elwardany & Hannan Saad
New Schools Program, Education Development Center
Egypt

As an educational project, the New School Program (NSP) aims to present models for improving the quality of teaching in Egyptian schools. The program has involved the building of schools, the training of teachers and staff from the Ministry of Education, and outreach work with the communities surrounding the new schools. The New School Program (NSP) has included 70 elementary (grades 1-6) schools in three governorates in Upper Egypt, serving about 18,000 students (80% of whom are girls). Active learning is the educational approach advocated in this program which includes strategies like: curricular integration, cooperative learning, hands-on experiences, and extended inquiry projects.

This presentation will explain the approach of this program, the training program of more than 1000 teachers, and will share insights that have been cumulated as the NSP has progressed. Samples of the developed instructional materials and suggestions for their use will be shared with participants.

**********

## Attending to Students' Learning Styles in The Classroom: A Link Between Theory and Practice

Liana Jaber and Maha AL-Qura'n
Al-Qattan Center for Research and Educational Development
Ramallah, Palestine

Many students face major difficulties in their learning processes because of mismatches between their learning styles and teachers' teaching styles. Unfortunately, some teachers are not aware of this issue; they often attribute students' failures to academic weakness and carelessness. The literature presents many models that describe different styles of learning—one of these is Dunns' Model, in which learners are seen to be affected by 21 elements classified in five dimensions. In this session, the experiences of nine pre-service teachers and two researchers will be shared with participants. This group collaborated in an action research project trying to attend to students' learning styles using Dunn's Model. They focused on perceptual preferences, they tried to diagnose students' styles, and they designed instructional materials and lesson plans to be used inside the classroom. At the end of this experience, pre-service teachers were more sensitive towards students' differences and more capable to attend to their styles.

**********

## Motivational Techniques for Science/Math Classrooms

Rola Katerji
Lebanese International School (LIS), Beirut, Lebanon

One common misconception that some teachers have is that certain students are unmotivated; as long as a student chooses goals and makes an effort to achieve them, he is, by definition, motivated. What teachers really mean is that students are not motivated to behave the way they would like them to behave. This session will briefly introduce multiple theories of motivation, in addition to some practical techniques that could be used in class to motivate students. Participants will be actively involved in activities in order to try to recognize motivational techniques used by other teachers and participants will then try to come up with motivational ideas for their lessons. Group discussions will follow every activity. Suggestions and new ideas from participants will be shared at the end of the session.

**********

## How Can We Know What They Know?

Ellen Alquist, Curriculum Coordinator
Saudi ARAMCO Schools

There is an urgent need for teachers to be able to effectively and efficiently determine what students know, can do, and understand in mathematics, as the discipline is fraught with potential misconceptions. Participants will actively explore formative and summative assessment principles and techniques that enable teachers to gather these types of data in their quest to inform instruction and craft more engaging lessons.

**********

## Bacterial Growth in the Laboratory

Medhat Khattar, Department of Biology
American University of Beirut
Beirut, Lebanon

In this two-hour session, participants will be involved in a short experiment to monitor bacterial growth in a liquid culture. Handling of the bacterial culture in this part of the workshop will be carried out by the tutor whilst participants record and plot growth data. Measurements of bacterial growth (using a spectrophotmeter) will be carried out at timed points, thus allowing participants to spend time in between to gain hands-on experience in handling bacterial cultures. Participants will be shown how to work aseptically, transfer bacteria safely, inoculate both liquid and solid media for the purpose of isolating pure single colonies, as well as demonstrating some metabolic activities of bacteria. At the end of the workshop, participants should have an appreciation of basic laboratory work in microbiology.

**********

## Développer chez l'élève, du cycle primaire, l'aptitude à construire un raisonnement scientifique

Andrée Chaoui, Département de Biologie, USJ

L'enseignement des sciences au cycle primaire est encore centré sur le cours magistral (la mémorisation des leçons). L'évolution de cet enseignement doit permettre à l'élève d'aller vers le "raisonnement scientifique". Pour s'y faire, on présente une méthode vivante fondée sur le vécu quotidien et proposant à l'élève de découvrir, par des activités simples et variées, ce qui l'entoure. D'autre part, la méthode se fixe comme but de susciter, la curiosité de l'élève, de développer sa créativité, son sens critique et ses capacités de raisonnement pour acquérir de nouvelles compétences.

**********

## From Picture Books to Problem-Solving in Math and Science

Ellen Grace
*McGraw Hill*

This is a hands-on workshop using children's literature as a conceptual or contextual springboard for problem-solving in math and science. Inquiry skills from science are applied using cross-curricular content topics such as measurement, classification, and data collection and analysis. All materials, a handout of activities, and a bibliography are provided to participants.

**********