

PROFILES



Professional Reflection Oriented Focus on Inquiry-based
Learning and Education through Science

Liberato Cardellini (a cura di):

La buona scuola

**Esperienze esemplari di insegnamento
e apprendimento significativo**

**Exemplary Practices for Meaningful
Teaching and Learning**

**Prefazione di
Roald Hoffmann**

<http://www.profiles.univpm.it>



Cardellini, L. (A cura di) (2015). La buona scuola. Esperienze esemplari di insegnamento e apprendimento significativo

Editorial Office: Liberato Cardellini

© Università Politecnica delle Marche

The document is protected by copyright; and all rights including the right of copying and transmitting as well as any translation and reprint, remain reserved, even when only used in extracts. No part of the document may be reproduced or processed using electronic systems, copied or transmitted in any form without the expressly written approval of the respective author. The copyrights for all pictures, diagrams and texts, if not expressly differently mentions, are with the respective authors and likewise the adhesion for the material used in each case.

<http://www.profiles.univpm.it/>

ISBN: 978-88-87548-05-1

The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme under grant agreement no 266589.



PROFILES
Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry Learning and Education through Science



Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry Learning and Education through Science



La buona scuola

**Esperienze esemplari di insegnamento
e apprendimento significativo**

**A cura di
Liberato Cardellini**

Coordinatore Italiano del Progetto PROFILES
Università Politecnica della Marche
Via Brecce Bianche, 12 - 60131 Ancona

Edizione provvisoria

Indice

Preface

Roald Hoffmann

Foreword

Richard M. Felder

On Diagnosing and Enhancing Students' Understanding of the Natural World

Yin, Y., Vanides, J., Tomita, M., Shavelson, R.J., & Ruiz-Primo, M. A.

"C'era una volta..." la fiaba a scuola. Riflessioni sul genere fiabesco e sulla sua valenza educativa nel progetto del Liceo Scientifico "Vito Volterra" di Fabriano

Paola Ascani

Principi di educazione scientifica nell'infanzia

Anna Rita Benedetti

Degrado e deterioramento ambientale

Graziella Paravizzini

Un'esperienza di apprendimento cooperativo

Valentina Paterna

Dai profumi ai sapori: progettiamo un orto di piante aromatiche

M. Vittoria Carini

L'ideazione delle mappe concettuali per promuovere l'apprendimento significativo: Un'intervista a Joseph D. Novak

Liberato Cardellini

Progetto Marketing: diventiamo imprenditori

Francesca Foresi

Science Education Reform in the United States

Eugene L Chiappetta

FAD: Formazione A Distanza per studenti lavoratori

Francesca Bazzoni, Luciano Scattolini

Esperienze di apprendimento cooperativo

Umberto Mattioli

Episodi di didattica capovolta

Monia Grilli

Gabriele è competente?

Giuseppe Valitutti

Ejemplos para el aprendizaje de la química basado en la indagación con aspectos de la vida cotidiana

Gabriel Pinto

When is an experiment not an experiment?

Peter E. Childs

A Scientific Approach to the Teaching of Chemistry. Evidence from Research

Norman Reid

Learning a Second Language in a Meaningful Way

Romano Firmani

Scienza e arte: Un laboratorio creativo (La tintura del cavolo)

Battistini Lorenza, Frattoni Pina, Gallina Anna, Celestina Crosa, Guardati Nadia, Lattanzi Cinzia, Stortini Silvia, Terzi Morena, Katuscia Palmili

Fiera della scienza: Matemagica

Teresa Carloni

L'insegnamento della Chimica analitica. Analisi volumetrica

Rosella Cocciaro, Maria Paola Vallesi

Energia è ... intelligenza. La nostra scuola ecocompatibile

Daniela Bianchini

Progetto didattico PBL. Il problema di Giovanni

Francesca Vergine

Insetti a scuola. Proposta per un apprendimento attivo delle scienze per la scuola media

Enrica Miglioli

Programma il Futuro, un'esperienza positiva

Andrea Giannangeli

ValorizziAMOci – Amor sacro Amor profano

Chiara Falessi

La topologia dei nodi. I nodi delle cravatte e il concetto di Limite di funzione

Annamaria Paolucci

Tutti autori, e-book, do it yourself. Il libro digitale a scuola fai da te, scoperta guidata per alunni e insegnanti

Mariano Maponi

Insegnare la Matematica in modo efficace

Rosa Pescrilli

Learnig by Doing. Team Work: ITT "Divini" - AM Microsystems

Elena Marini, Lidia Papavero, Matteo Piersantelli, Adolfo Russo

Apprendere per insegnare

Silvana Braccacini

Un possibile percorso didattico "alternativo" sullo studio della pressione

Fabrizio Gentili

Healthy/unhealthy diet

Chiara Campagnoli

Per concludere il percorso in bellezza

Antonio Pistoia

Studio sulle proprietà antiossidanti del tè verde utilizzando la reazione di Briggs-Rauscher

Rocco Lombardo

Adottiamo una diga: quando un progetto diventa realtà

Marina Venturi

Un cantiere chiamato PROFILES

Lucia Caporali

How Teacher Practice can Improve Students' Understanding of Science

Mansoor Niaz

Melting Colours. Una esperienza di didattica integrata della chimica applicata, tra classi e corsi differenti

Sergio Palazzi

I molti aspetti della cooperazione e l'interrogazione cooperativa

Federico Teloni

Preface

If one did not have this book, any account of the realities of science education in Italy would shade over to a jeremiad. A government not paying its teachers enough; chaotic, ill-equipped schools; disinterested parents; students too distracted by the seductive pull of social networks (or just the way the world is around them) to focus on any serious work. How could one teach in such an environment, how could one learn?

But then I open this book, and I see (as you will) dedicated teachers making us of simple everyday substances in laboratories, foregoing fancy spectrometers, and leading, just leading, students to experiment. I see an encouragement for learning through doing, both in making soap and in marketing it. I almost can hear those beer bottles shattering in a physics lab, and, elsewhere, the celebration of what one has learned, on stage and in song. I also see thoughtful reflection, coming out of experience, on when an experiment is an experiment, and how one knows with what a student goes away from a lesson.

I think you will be as encouraged as I was in reading in this book the personal, direct accounts of teaching at the frontlines, so to speak. If the environment is not supportive, and the equipment lacking, these teachers rise above it. I just love these stories of the many, many ways in which Italian teachers have improvised, so as to get the hands and minds of their students engaged in trying to understand. And in the process, with dedication, have woken up in their students the mental powers the young people always had. When those hard-won moment of insight come, they are worth every hour of hard work!

Roald Hoffmann, chemist, teacher, and writer

Foreword

Richard M. Felder

Hoechst Celanese Professor Emeritus of Chemical Engineering, North Carolina State University

e-mail: rmfelder@mindspring.com

People acquire meaningful knowledge and develop complex skills through practice, reflection, and feedback. We try things, observe and reflect on the outcomes, sometimes get feedback from others on what we did and how we might do it better, and then try again. The more we go through that cycle, the better we get. It follows that providing students with plenty of opportunities for practice, reflection, and feedback from the instructor and fellow students should be the most effective way to teach.

Unfortunately, that is not how most classes past early childhood education are taught. The dominant approach for centuries has been teacher-centered instruction, in which teachers present facts and describe and demonstrate procedures and their students attempt to absorb the presented information and then reproduce it in assignments and examinations. That approach has several benefits for the teachers. They can transfer their knowledge directly into lecture notes, slides, or class handouts and then transmit it to the students in person or electronically. Preparing the materials may take considerable time, but once they have given the course, they can teach it again with relatively little additional preparation. There is one drawback, however. Teaching that makes students mostly passive recipients of information does not lead to much meaningful learning.

The ineffectiveness of teacher-centered instruction is not news. The need for student activity and reflection in the learning process has been known for several millennia, and has been extensively demonstrated in the past century by the work of education pioneers such as John Dewey and countless educational research and cognitive science studies. While mainstream education ignored this knowledge for a depressingly long time, educators are finally beginning to catch on. *La Buona Scuola* provides excellent evidence of this awareness.

My colleague Rebecca Brent and I recently coauthored a book called *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide* [1]. Our intended audience is teachers of STEM (science, technology, engineering, and mathematics) at the college and secondary school levels, but the methods described in the book have been validated by both cognitive science and empirical classroom research for instruction in all subjects at all educational levels. The 50 chapters of *La Buona Scuola* provide many examples of some of those methods—notably active, cooperative, and inquiry-based learning—and describe a broad range of applications of the methods to students' development of technical skills, conceptual understanding, critical and creative thinking skills, and entrepreneurship. Those methods and applications are discussed in the remainder of this Foreword, with specific chapters being cited by first author and first page number, e.g., Yin (10). The chapters and sections of *Teaching and Learning STEM* and other references cited in square

brackets provide detailed definitions and descriptions of the methods, suggest ways to implement them effectively, and survey the research that validates them.

Active learning [1, Sect. 4.5, Ch. 6; 2]

Active learning has been defined as anything done in a classroom that engages all of the students with the course material by calling on them to work individually or in small groups to answer a question, figure out the next step in a derivation or problem solution, brainstorm a list, critique a paper or presentation, or do any of a countless number of other course-related tasks. Almost every chapter in *La Buona Scuola* illustrates active learning. Activities discussed include four-year-olds drawing pictures and creating descriptions to illustrate their conceptions of trash and environmental pollution (Paravizzini, 26), and older students conducting experiments and using the outcomes to draw inferences about behaviors of gases and liquids (Paterna, 30), unraveling puzzles and magic tricks using mathematics (Carloni, 112), and designing a product and developing a marketing plan for it (Foresi, 53).

A teaching method that relies heavily on active learning is the *flipped classroom* (or *inverted classroom*), in which students initially receive information in an online lesson and spend most of the next class session engaged in activities that build on the information [1, Section 7.5]. (Grilli, 68) demonstrates how this approach can facilitate students' development of high-level thinking skills in a mathematics course.

Cooperative learning [1, Ch. 11; 3, 4]

Cooperative learning refers to projects carried out by student teams. According to a widely-used instructional model formulated by Johnson, Johnson, and Smith [5], five conditions must be met for group project work to qualify as cooperative learning as opposed to simple group work: *positive interdependence* (the team members must depend on one another to reach the instructor's learning goals), *individual accountability* (all team members are held accountable for understanding both the work for which they were principally responsible and the work done primarily by their teammates), *promotive interaction* (some of the work must be done by team members working together and reaching consensus on the acceptability of their results), *development and appropriate use of teamwork skills* (the students are helped to develop skills needed for high-performance teamwork, including leadership, project and time management, and conflict resolution), and *regular self-assessment of team functioning*.

Courses that involved cooperative learning are scattered throughout the chapters of *La Buona Scuola*. They include a project-based course in which student teams designed and built a garden in a deteriorated urban neighborhood to promote the students' awareness of the importance of biodiversity and sustainable development (Carini, 38); an entomology course designed to teach students the scientific method (Miglioli, 136); an online computer programming course in which the students developed skills in basic programming, computational thinking, and communication skills (Giannangeli, 144); and courses in which teams were taught about mathematical functions (Paolucci, 159), robotics (Russo, 171), food science and scientific communication (Campagnoli, 188), analytical chemistry (Cocciaro, 117), and organic chemistry (Tifi, 268, 272).

Inductive teaching and learning [1, Sect 9.4, 10.6, 12.2; 6]

In the traditional approach to STEM education, instruction in a topic begins with statements of basic principles and theories, followed by derivations and formulations of problem-solving methods, illustrations of their use, and finally student assignments. In an alternative (inductive) approach, instruction begins with

a challenge—a question to be answered, a problem to be solved, or an observation or experimental outcome to be explained. The principles and methods to be taught are learned in the context of addressing the challenge through a combination of individual or team-based student activity supplemented with varying levels of instructor guidance. In *project-based learning*, the challenge is to carry out a project (e.g., a laboratory experiment, a process or product design, or a research study) and produce a report, and in *problem-based learning*, the students are challenged with an authentic (real-world) open-ended problem that may take anywhere from several hours to an entire semester to solve. Other inductive methods include case-based instruction, just-in-time teaching, and discovery learning. Inductive teaching that does not fall into one of those categories is called *inquiry-based instruction* or *guided inquiry*.

La Buona Scuola presents numerous examples of inductive teaching and learning. Vergine (128) used problem-based learning to teach students environmental science and help them develop critical thinking and communication skills. In examples of project-based learning, students produced science-based works of art in a national competition (Lorenza, 107), designed a school that met various scholastic and ecological criteria (Bianchini, 123), carried out experiments to answer a series of questions about gas pressure (Gentili, 181), designed and built a model car, a prosthetic hand, and other devices (Pistoia, 193), and studied hydroelectric power by building a micro-dam on the Tiber River (Venturi, 202). Inquiry-based instruction described in many other chapters was designed to promote students' understanding of complex concepts and help them develop a variety of thinking and problem-solving skills.

Promoting conceptual understanding and scientific thinking [1, Section 8.2]

A common complaint about STEM courses is that students who take them may learn to perform routine calculations but they generally don't learn the principles and concepts behind the calculations. The consequence is that when the students encounter problems that differ even slightly from the ones they saw in class, they cannot make the adjustments needed to get solutions. Another educational challenge is that students often have robust misconceptions about why physical phenomena occur the way they do, and unless instructors can identify and directly invalidate the misconceptions, the incorrect beliefs persist.

Several chapters in *La Buona Scuola* address the goal of helping students develop conceptual understanding. A powerful and widely-used pedagogical tool for doing so is the *concept map*, a diagram that shows the key principles and concepts in a course and the causal and correlational relationships among them. Showing students concept maps can be effective for this purpose, and guiding students in the construction of their own maps is even more effective. In a noteworthy chapter, Liberato Cardellini (45) interviews Joseph Novak, the professor of education and biology who invented concept maps in the early 1970s and spent subsequent decades demonstrating their ability to facilitate understanding of how knowledge in a field is structured. Other chapters give examples of the use of concept maps in courses on understanding natural phenomena (Yin, 10), scientific thinking (Benedetti, 22), and organic chemistry (Tifi, 268).

Many of the chapters cited under previous headings for applications of active, cooperative, and inductive teaching and learning also illustrate methods of teaching scientific approaches to problem solving, as do chapters by Braccacini (175) describing a course in the science of materials and nature, and by Niaz (212) in a proposal to use the history of science as a vehicle for teaching the scientific method.

Motivating students to study science

A common complaint around the world is that too few students are drawn to pursue STEM curricula and careers to meet anticipated needs for scientists and engineers in the coming decades. Many authors have reflected on possible ways to interest more pre-college students in science and technology, including

authors of several chapters in *La Buona Scuola*. The general idea is to do as much as possible to teach STEM courses and topics in the context of material related to students' prior knowledge, interests, and career goals (Holbrook, 238). Besides providing motivation to learn, teaching that way increases the likelihood that presented material will in fact be learned—that is, transferred to long-term memory [1, Sections 3.6-3, 4.3]. Illustrations of this approach include using daily life examples to teach chemistry (Pinto, 79) and games and magic tricks to teach mathematics (Carloni, 112).

Calls to reform science education

While most chapters of *La Buona Scuola* describe specific implementations of learner-centered teaching methods, three excellent essays speak in general terms of problems and inadequacies in mainstream STEM education and propose remedies. All of those essays would serve well as required readings for every STEM instructor.

Eugene Chiappetta (57) summarizes remarks and recommendations from recent reports of the United States National Research Council and the National Science Teachers Association. He notes a widespread consensus that most current precollege science curricula are already overstuffed with far more detailed content than is needed to equip students with appropriate levels of skill and understanding, and the situation is likely to get worse when current plans to add engineering to precollege curricula are implemented. He also observes that past efforts at reform—which included attempts to introduce more active, cooperative, and inquiry-based learning into science education—have enjoyed very little success, in large measure because the primary focus of the reforms was content and too little attention was paid to motivating and training the teachers to adopt the new methods. [Note: The exact same comment could be made about STEM education at the university level.] No matter how good a teaching method may be in principle, in practice its effectiveness is strictly limited by the pedagogical knowledge and skill of the instructor using it.

Peter Childs (85) summarizes and illustrates deficiencies in the traditional (“cookbook”) approach to teaching experimental science, along the way providing intriguing glimpses of the history of the field. He suggests that an experiment is not an experiment in the true scientific sense of the word if the experimenters know in advance what the result is supposed to be, or if they are given a detailed recipe to follow or are simply given data rather than obtaining it themselves, or if they just run a computer simulation of an experiment or watch an experiment done live or on a computer monitor. Those approaches can have merit, but they fall short of equipping students to design and conduct experiments themselves. Childs' suggestion is to return to the origins of experimental science education, in which students were given a research question and, with an amount of instructor guidance appropriate for their background knowledge and experience, designed and carried out experiments to determine the answer. He then offers several examples of transforming recipe-driven experiments into scientific investigations, gives advice on how to do it without overloading students with tasks that are either too difficult or too time-consuming, and suggests responses to instructors concerned that such instruction would require too many resources or too much time.

Norman Reid (91) presents a broad critique of traditional chemistry education, drawing on modern cognitive science and using the concept of cognitive overload to explain what makes chemistry difficult for so many students. He also notes that the level of detail and complexity suitable for students intending to become professional chemists (*education in chemistry*) need not and should not be maintained in courses designed to educate students on how scientists approach problems and reach conclusions and on the enormous effects chemistry has had on modern lifestyles (*education through chemistry*). Reid suggests that education through chemistry should dominate precollege chemistry education and education in chemistry should gain increasing importance at increasing course levels, and offers practical suggestions on how to

design instruction and assessment in chemistry courses at levels of content complexity and cognitive load suitable for education through chemistry. His suggestions encompass many of the teaching methods featured in other chapters of *La Buona Scuola*, including using active learning in class, giving pre-learning assignments at appropriate cognitive levels prior to lectures and laboratories, and making sure new material is introduced in the context of students' prior knowledge, experience, and interests.

Unusually innovative teaching

Most of the chapters in *La Buona Scuola* illustrate the benefits of using teaching methods supported by both cognitive science and solid classroom research, and several of them describe instruction at a level of innovation and ingenuity worthy of being brought specifically to the attention of readers.

Chiara Falessi (149) writes about an end-of-semester project conceived by a group of six high school students at the science Liceo Vito Volterra in Fabriano, and eventually participated in by more than 80 students. The idea was to create and put on a show that would demonstrate the academic range and quality of the school to local governing officials, the press, and the public. The show was built on the theme of illustrating and interpreting the concepts of sacred and profane love, and combined recitation, music, dance, and material drawn from every discipline taught in the school, including science, mathematics, art, literature, and history. The students logged their experiences during the project and reflected on them afterwards, responding to questions about their motivation for doing the project and their feelings about it. They felt they had learned a lot about managing complex projects, dealing with the adult world, working effectively with others in groups, learning about their strengths and areas for improvement, and taking responsibilities seriously and putting them into action.

Rossana Brozzesi (262) outlines an extraordinary course built around the Pythagorean theorem that made use of active and cooperative learning, project-based learning, research, concept maps, and flipped classrooms. Different teachers presented instructional modules on their areas of expertise and then provided guidance to student teams working on projects in those areas. One module involved translating a Latin essay on the mathematical relations underlying musical harmonies, and a second one then pursued that topic experimentally using Greek instruments and Greek musical scales as focal points. Other projects involved number theory, wave mechanics, cosmology, philosophy, psychology, art, architecture, Latin, Greek, and English, and one particularly imaginative project found influences of Pythagoras in the U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA), the Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI), the European Organization for Nuclear Research (CERN), and the Milan stock exchange.

One of the chapters stood out by including assessment beyond merely surveying students' opinions of their experiences. Teresa Celestino and Fabio Marchetti (277) taught chemistry classes using an inquiry-based approach that involved laboratory research activities and cooperative learning. Two cohorts of students taught with that approach consistently outperformed traditionally-taught cohorts in assessments of skills in chemistry, problem solving, and critical thinking.

José Antonio Martínez-Pons (290) taught a variety of topics in physics, chemistry, and biology by having students conduct experimental measurements of physical and chemical properties of wine, most of which could be performed in a single 45-minute class period with readily accessible equipment and supplies. The experiments included extraction of must from grapes; using paper chromatography to verify that wine contains many components besides alcohol and water; measuring densities of wine, water, and must using densitometry, aerometry, and picnometry; measuring sugar content of wine using refractometry; measuring the pH of wines and vinegars; separating alcohol from water by distillation; and using a home-made ebulliometer to measure variation of boiling point temperature with alcohol content of alcohol-water mixtures. Other experiments included studying diffusion between layers of partially miscible

fluids (wine and water) separated by a porous membrane, the transition from laminar to turbulent flow, surface tension, optics, and the effects of climate change on viticulture.

Marco Falasca, Lejla Tuzla, and Uma Avdukić (304) describe a cooperative effort between Bosnia-Herzegovina and Italy to help the former country's science education program recover from the effects of war. The effort involved inquiry-based experimentation and research and cooperative learning, and included both instruction of students and training of teachers at four schools in Breza. The instruction focused on answering questions beginning with "How do we explain," "Why do we observe," and "How do we know." The chapter outlines experiments that make use of easily obtained materials and have high visual impact, and describes "Science Saturday," an exhibition put on by students for citizens of Breza that illustrated scientific concepts including density, pressure, and combustion.

Finally, Paola Vissani (312) set out to create a "thread of values" textile fiber laboratory centered about creative manual tasks and cooperative learning. Students were organized into four groups that explored different aspects of fiber production, shared what they had learned, and produced a single report. Group 1 explored textiles throughout history—what they were, what they were used for, their different roles in different civilizations and different time periods, and their uses in art and design. Groups 2 and 3 studied natural fibers of animal, vegetable, and mineral origin (Group 2) and synthetic fibers (Group 3)—how they are produced, their characteristics and uses, how they differ, how they show up in art and literature, and how local artists and artisans use them. Group 4 examined the health and environmental impacts of textile production processes and whether and how those impacts can be reduced. The cooperative activities led to a broad variety of learning outcomes, including students' increased appreciation of the value and dignity of manual labor, benefits of cooperation, interconnections among different disciplines (science, mathematics, history, and language), and their own talents and abilities to undertake new fields of study.

Summary

In the Preface to *La Buona Scuola*, Roald Hoffman writes of the inadequately-equipped schools, deteriorating academic environments, underpaid teachers, and poorly prepared and unmotivated students that currently characterize schools in Italy. Similar complaints can be heard many in other countries around the world. Hoffman also observes how encouraged he felt when he read the descriptions in the book of excellent innovative teaching being done by Italian teachers. I had the identical reaction.

International education would be served well if teachers and legislators in all countries would read this book. The teachers might draw inspiration from the stories of instructors whose dedication and creativity enabled them to create powerful learning experiences for their students, despite the challenges faced by their school systems. The legislators might reflect on this thought: if these teachers can provide experiences of this quality in poor instructional environments, how much more could be accomplished by providing adequate resources to create stimulating and supportive environments? It's a question worth contemplating.

References

1. Felder, R.M., and Brent, R. (2016). *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. San Francisco: Jossey-Bass. <www.ncsu.edu/felder-public/TeachSTEM/TeachSTEM.html>.
2. Felder, R.M., and Brent, R. (2009). Active learning: An introduction. *ASQ Higher Education Brief*, 2(4), August, <[www.ncsu.edu/felder-public/Papers/ALpaper\(ASQ\).pdf](http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/ALpaper(ASQ).pdf)>.
3. Felder, R.M., and Brent, R. (2007). Cooperative learning. In P.A. Mabrouk, ed., *Active Learning: Models from the Analytical Sciences*, ACS Symposium Series 970, Chapter 4, pp. 34–53. Washington, DC: American Chemical Society, <<http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/CLChapter.pdf>>.

4. Cardellini, L., and R.M. Felder. (2004). Cooperative learning. *IS Informatica e Scuola*, 12(4), 36–39.
5. Johnson, D. W., Johnson, R.T., & Smith, K.A. (2006). *Active learning: Cooperation in the college classroom* (3rd ed.). Edina, MN: Interaction Book Co.
6. M.J. Prince and R.M. Felder. (2006). “Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases.” *J. Engr. Education*, 95(2), 123–138, <<http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/InductiveTeaching.pdf>>.

On Diagnosing and Enhancing Students' Understanding of the Natural World⁽¹⁾

Yin, Y., Vanides, J., Tomita, M., Shavelson, R.J., & Ruiz-Primo, M. A.

Graduate School of Education, Stanford University, USA

e-mail: richs@stanford.edu

Introduction

When students come to the classroom, they have their own ideas about the natural world, the knowledge and conceptions they use to understand and explain nature. This knowledge and these conceptions influence how students come to understand what they are taught in school. That is, these ideas form the basis on which students build new knowledge. Some of their existing knowledge provides a good foundation or "cognitive structure" on which formal schooling can build, such as sense of number and language. Other pieces of knowledge, knowledge structures and conceptions, however, are incompatible with currently accepted scientific understanding of the natural world. We call them "alternative" structures or conceptions of nature. Typically students develop their knowledge and conceptions through observation of and interaction with the natural world. From these pieces of knowledge, they cobble together "models" that organize the world. Students rely heavily on what they see; but it is what they do not see that is often the accepted scientific explanation. Consequently, students' science learning is not only the acquisition of new knowledge, it is also the interaction between new knowledge and prior knowledge. For example, everyday life experience leads young children to believe the Earth is flat. Learning that the "Earth is round" some children then believe that the Earth is like a pancake—round but still flat. To fully establish scientifically justifiable conceptions of the natural world, sometimes students have to change how they organize their knowledge and their conceptions—even when their less-than-scientific knowledge and conceptions work in the real world!

To facilitate students' conceptual change toward a scientific understanding of the natural world, teachers need to (a) identify students' current conceptions about the topic; (b) guide students to realize the limitations of those misconceptions; and (c) guide students to recognize the universality of the scientific conception. What is most critical is for teachers to make students' thinking explicit so that alternative conceptions are revealed. Here we present two diagnostic tools for probing students' understanding of nature and organizing teaching to move students from alternative structures and conceptions to scientific ones. With each tool teachers create situations in which students' conceptions are made explicit. One such tool is concept mapping; the other is a "test-like" event. In what follows, we draw from our research on teaching "sinking and floating" where students attempt to answer the question, "Why do some things sink and other things float?" (WTSF). The curriculum on which our example is based is organized around one possible model of WTSF—that of relative densities: (a) things sink when they are denser than the medium in which they are placed (e.g., a rock sinks in water) and (b) things float when they are less dense than the medium (e.g., a wood stick floats in water).

Concept Mapping

A concept map provides one possible representation of how a student organizes her knowledge of some part of the natural world—such as why some things float and other things sink. A concept map is a graphical representation of the relationship among terms (representing concepts; Figure 1). This will sound familiar if you have used graphic organizers, visual software learning tools or concept maps. In our research, we studied various types of concept map activities and found that the design of the activity is critically important. Because open-ended activities are best for exposing "alternate understandings" (cf. "misconceptions"), we use a type of concept map in which students are provided only the terms/concepts and they construct the map. For this open-ended construct-a-map style of concept-mapping activity, students are asked to connect a pair of concepts (e.g., water and matter) with a one-way arrow, and then label the arrow with a word or short phrase that describes the relationship between the two connected terms. These connected terms can be read as a sentence, such as "Water *is a type of* matter." This sentence—two terms linked by an arrow and phrase—is called a proposition. To make students' thinking explicit on important aspects of the science, a critical activity is teachers' selection of the terms provided to the students.

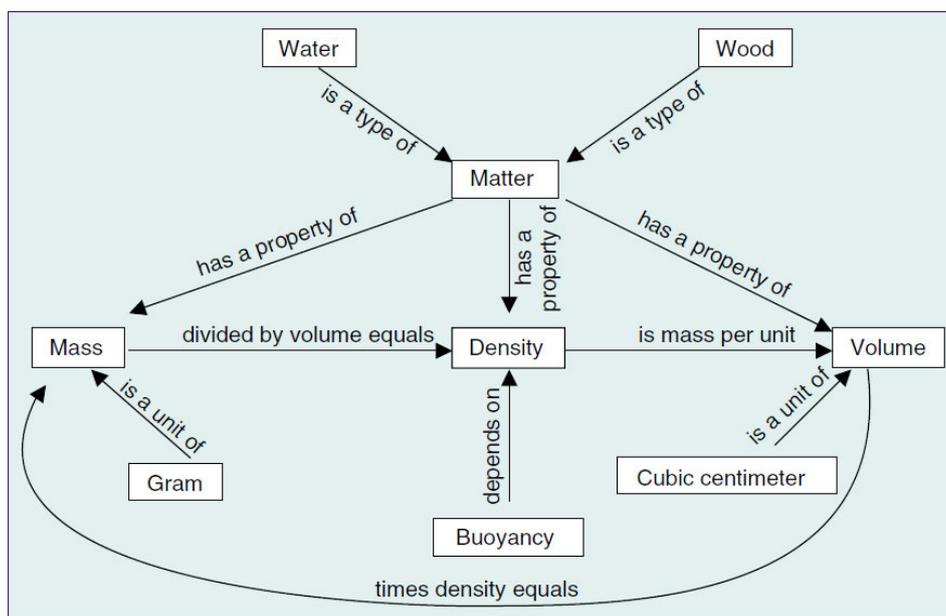


Figure 1. Instructor's (simplified) concept map for a unit on density and buoyancy.

Although there are many variations in the way you can design concept map activities, those that allow students to construct their own map structure are the most revealing. For this reason, open-ended mapping activities with very few constraints and no pre-defined connecting terms are considered the gold standard for learning more about connections students are making between important concepts. Fill-in-the-blank maps are less suitable for making evident what students' think. Open-ended concept maps give students an opportunity to: (1) think about the connections between the science terms being learned, (2) organize their thoughts and visualize the relationships between key concepts in a systematic way, and (3) reflect on their understanding. Open-ended concept maps give the teachers an opportunity to identify when students are: (1) not making critical connections, (2) inaccurately connecting concepts, and/or (3) connecting concepts superficially. In sum, concept maps allow students to think deeply about science by helping them to better understand and organize what they learn, and to remember information efficiently. Students also articulate and challenge their thoughts about science when they discuss their maps with each other. Concept-maps, then, allow teachers to collect evidence about how students are organizing the information being discussed about a topic.

Using Concept Maps

To use concept maps in your classroom, we offer the following three-step recommendation:

- Step 1—Select key terms. Scan your curriculum unit and select the most important and critical terms related to the key concepts being taught. Using the terms you have selected, see if you can construct propositions that reflect what students should know and be able to express at the end of the unit. Keep the concept map manageable by selecting a short list of about 8 to 12 terms. Avoid the use of terms that may be easily connected without showing any deep understanding.
- Step 2—Determine where in the unit or curriculum the maps will be embedded. Concept maps fit best when alternated with hands-on science activities in a unit. Most often, concept maps are based on the terms that make up the content of a series of investigations. As such, consider inserting a concept mapping activity at key junctures in the unit. Some criteria to keep in mind in identifying these natural joints are: (1) a sub-goal of the unit is achieved and there is a body of knowledge that can be assessed, (2) a critical point in instruction is reached and it is important to know about students' understanding before proceeding, and (3) a critical shift in student understanding is expected after a particular series of investigations and feedback to students is crucial to help them improve their understanding and to help inform your instruction.
- Step 3—Create the activity. For maximum insight into student understanding, design the activity to follow the open-ended construct-a-map style, where students are only provided with the key terms). For students' convenience, you can have them write the science terms on small sticky notes. This allows students to move and organize their thoughts while creating their rough draft.

Teaching with Concept Maps

To implement a concept map activity in your classroom we offer the following four-step recommendation:

- Step 1—Train your students. If students have never created an open-ended type of concept map, provide them with a practice topic they are quite familiar with (science-related or otherwise, such as bicycles or food). For example, while the concept map activity itself focused on density, for training purposes students learned to construct a map on a non-science topic (roses), and a practice activity based on the water cycle.
- Step 2—Create individual maps first. Ask students to create their own individual maps first. This independent reflection step is crucial; it elicits the personal understanding of each student. We have found that creating a concept map as a class activity without completing individual maps is very time consuming and not engaging for all students.
- Step 3—Review the maps in small groups. After students finish their individual concept map, organize small group discussions. Have students share their concept maps with partners. Ask them to find similarities and differences in their maps and try to reconcile them. Group discussions provide opportunities for students to engage in the social aspect of science, where they can articulate their thoughts and learn from each other. Consider the creation of heterogeneous groups with students at different levels in every group. Students in groups also expose to teachers their alternative conceptions as they discuss among themselves.
- Step 4—Whole-class discussion of certain parts of the small group concept maps. Ask each group to present their important propositions to the whole class and their organization and explain their choices. Many propositions can be discussed, but focus on those that are more relevant to what you want to know about the students' level of understanding. A whole-class map can also be created based on these discussions to document class progress, engage students, and provide stimuli for in-depth conversations about science.
- Step 5—Revise the maps based on the discussion. We also recommend revising and redrawing their maps. By redrawing their maps, students are encouraged to continue reflecting on the meaning of the science terms; students generate additional details as a result.
- Step 6—Implement the activity at a later time to gather information about students' changes in their understanding. By using exactly the same terms to construct a map at another key juncture in the curriculum unit it is possible to gather information about how students have changed their connected understanding.

Evaluating Concept Maps

Even without formal grading or scoring, you will find concept maps informative. A quick scan of your students' maps will show you what your students are thinking, which in turn will help you generate ideas for improving their understanding. In some cases you may want to formally evaluate or score students' maps. By selecting the most important science terms from your curriculum and creating a consistent scoring process, a concept map activity can be a powerful assessment instrument. We recommend that you focus on the following factors: (a) complexity (Figure 2), (b) existence of the most important propositions (fundamental ideas in sinking and floating like density), and (c) quality of the propositions (e.g., are the propositions correct and scientifically stated? Are they partially correct? Are they incorrect?).

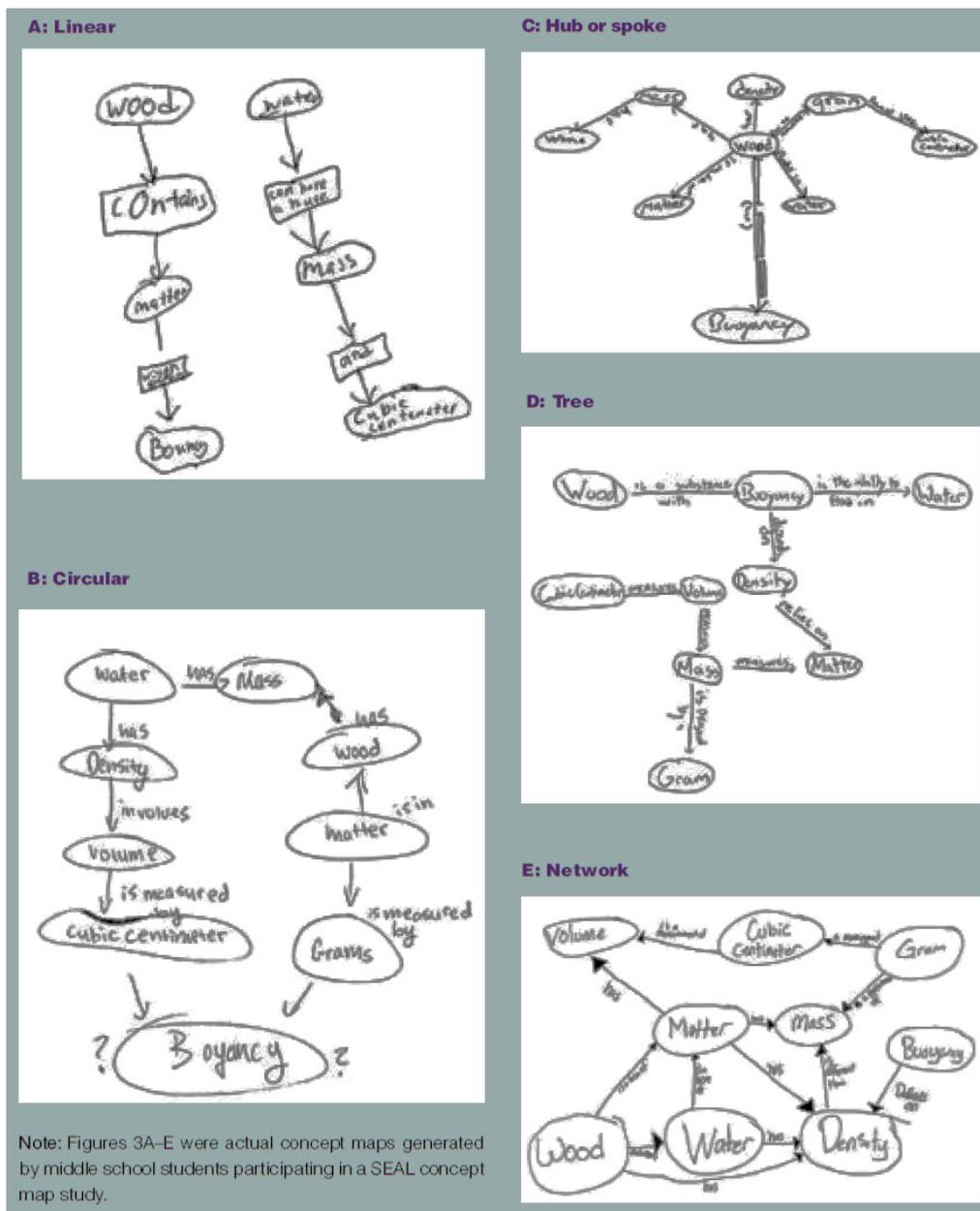


Figure 2. Examples of students' concept maps for sinking and floating—increasing in structural complexity from A to E.

Test-Like Events: Diagnosing and Dealing with Students' Alternative Conceptions

Concept maps provide a visual representation of important aspect of students' "cognitive structures"—how they organize important words (concepts) mentally. They provide a macro view often indicating gaps in students' understanding. For teaching to take the next step, information about the

particular alternative conceptions students hold about the natural world (e.g., sinking and floating) is useful. To gain such an understanding, teachers need to probe students' understandings a bit more deeply than just concept maps. In what follows, we provide examples of students' alternative models of sinking and floating and possible probes teachers can use to reveal these alternative models. Sinking and floating is such a common phenomenon that almost all students have rich experiences and personal "theories" or "mental models" for explaining WTSF, despite its complexity in science. Unfortunately, many of their "theories" are either misconceptions or conceptions that are only valid under certain circumstances. Based on research literature and an experiment involving over 1,000 sixth and seventh graders, we have summarized 10 misconceptions that middle school students commonly have about sinking and floating (see Figure 3).

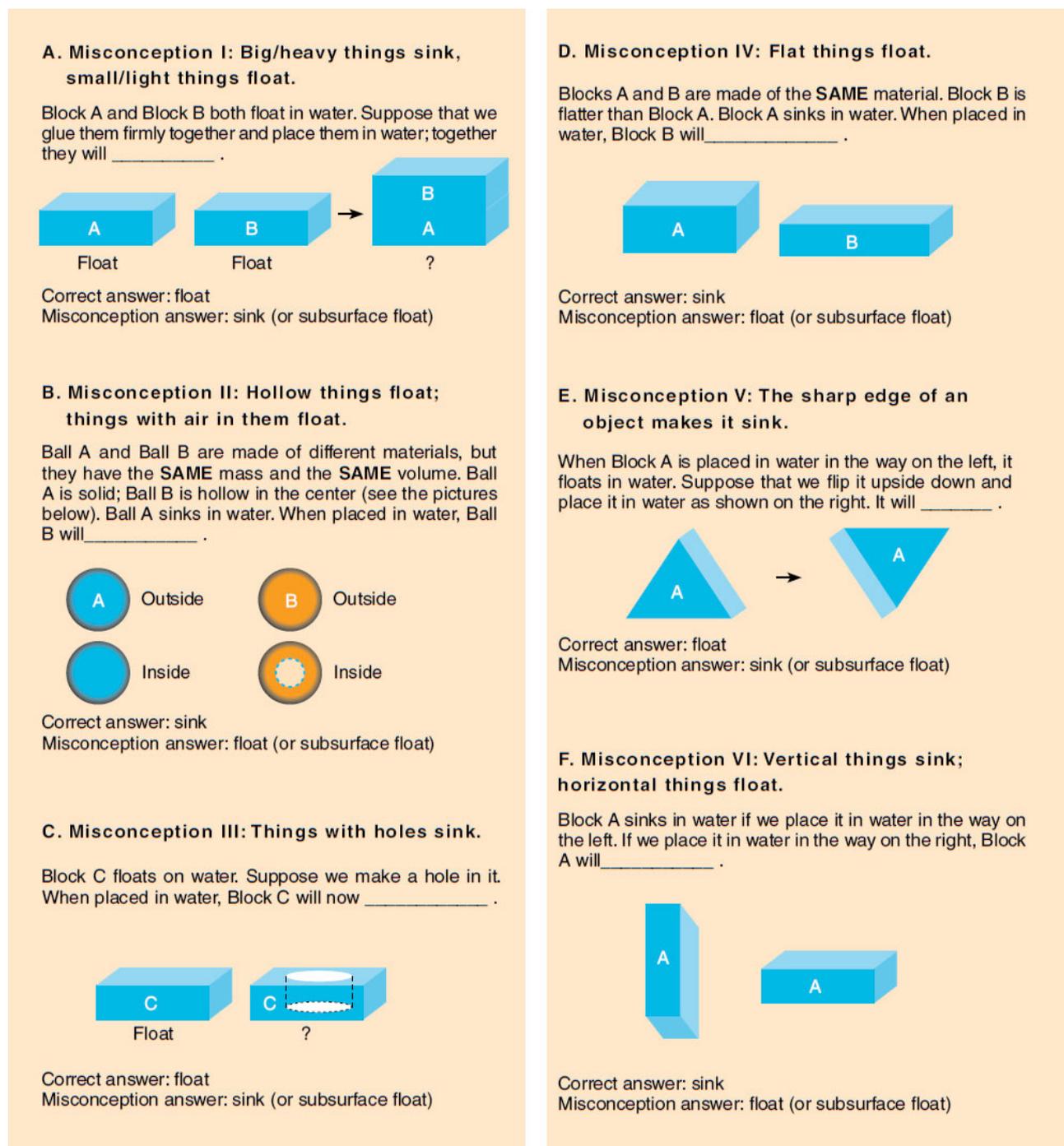


Figure 3. Multiple-choice probes of students' alternative models for explaining why things sink and float.

Those conceptions are so deeply rooted in students' minds that it is very difficult for students to change them, even after they have been intensively exposed to scientific conceptions. To make things

trickier, some students might be "trained" to repeat what is emphasized by the teacher and curriculum. These students can provide a scientifically sound answer to simple questions—such as “why do things sink and float”—but still hold their previous alternative conceptions. Authentic laboratory demonstrations or individual interviews are often used to diagnose and change alternative conceptions. However, these diagnostic methods are rather costly and impractical in the everyday classroom. Facing the challenge of real-world classrooms, we designed 13 multiple-choice items to help teachers diagnose common alternative conceptions related to WTSF.

G. Misconception VII: Hard things sink; soft things float.

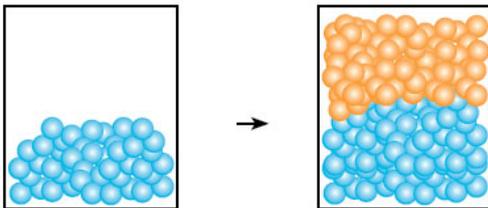
Ball A and Ball B have the **SAME** mass and the **SAME** volume. Ball A is made of something soft. Ball B is made of something hard. Ball A floats in water. When placed in water, Ball B will _____.



Correct answer: float
Misconception answer: sink (or subsurface float)

H. Misconception VIII: Floating fillers help heavy things float.

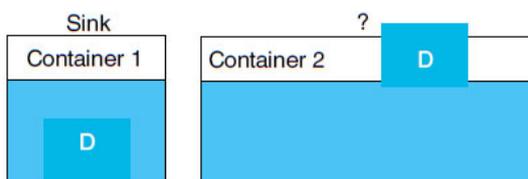
A tightly sealed container is half filled with rocks and it sinks in water. If we fill the other half of the container with foam peanuts, tightly seal it again, and place it in water, it will _____.



Correct answer: sink
Misconception answer: float (or subsurface float)

I. Misconception IX: A large amount of water makes things float.

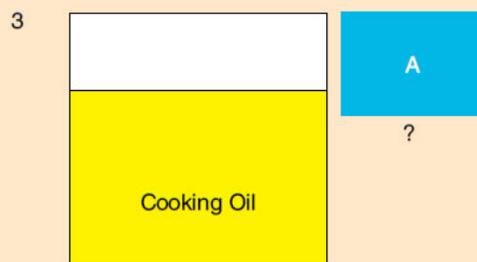
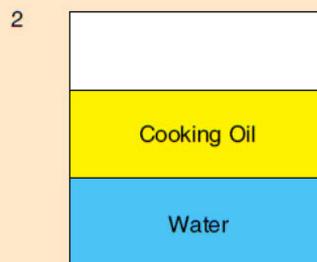
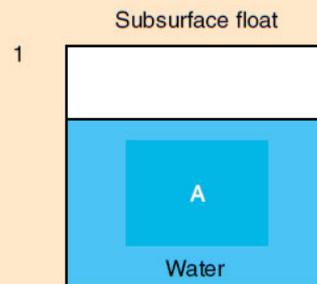
Block D sinks in the water in Container 1. When Block D is put in a big container with more water (Container 2), Block D will _____.



Correct answer: sink
Misconception answer: float (or subsurface float)

J. Misconception X: Sticky liquid makes things float.

Block A subsurface floats in water (see 1). Cooking oil floats on water (see 2). If Block A is placed in cooking oil, it will _____.



Correct answer: sink
Misconception answer: float (or subsurface float)

Figure 3 Continued. Multiple-choice probes of students’ alternative models for explaining why things sink and float.

Diagnosing Alternative Conceptions

The diagnostic items are given to individual students at the beginning of the unit on buoyancy and density to see what alternative conceptions each student holds before the teaching. Students complete the diagnostic test in one 45-minute class period. When teaching the unit, we pay special attention to the

alternative conceptions identified by the diagnostic tests by designing activities to address each of them—the activities we used will be presented later. At the end of the unit, the same diagnostic items are given to students again to see whether they have established a scientifically sound conception. Each diagnostic item is designed to tap a particular alternative conception. The same three response alternatives are used in each item: float, sink, and subsurface float (see Figure 3). To help us understand more about students' rationale for their choices, we ask students to briefly explain the reason for their choices. For example students who hold alternative conception I—"Things sink or float due to heaviness/size"—will typically select sink or subsurface float for diagnostic item A, while students who have a scientific conception will select float. The short explanations of their reasoning can further illuminate the alternative conception diagnosis. The correct answer and answers associated with the target alternative conceptions are presented with each diagnostic item in Figure 3.

Before proceeding a warning is appropriate here: Designing these multiple-choice items is not easy! The first step is to understand the nature and variety of students' alternative conceptions about some natural phenomenon. Often there is a research literature surrounding a science topic. You can carry out an Internet search for such information. For example, we just (4/25/14) searched for "misconceptions about natural selection" and found a multitude of websites including: http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/misconcep_01. Once you have a firm understanding of the nature and range of misconceptions, and once you (and fellow teachers) confirm their presence (and perhaps others) when you have taught, the next step is to build some questions to probe students' alternative conceptions. We have used a number of different question types but find "Predict-Observe-Explain" multiple-choice questions like those in Figure 3 to be especially well suited. After writing the questions, we use them with students as teaching tasks. The goal is not only to learn what students think but also to find out how we need to re-word the questions so they do, in fact, probe alternative conceptions. This process takes several iterations. Finally, we are ready to use them diagnostically as pre- and post-instruction probes of alternative conceptions.

Realizing Alternative Conception Limitations: Role of Supporting- and Counter-Evidence

To help students realize the limitation of their alternative conceptions, we encourage them to discuss and fill in a worksheet that asks them to provide both supporting and counterevidence for the common alternative conceptions and supporting evidence (Figure 4). Seeing that all the alternative conceptions have counterevidence, students realize these conceptions are not universal scientific rules. In contrast, scientifically sound conceptions, such as density, do not have counterevidence, and can therefore be used as a universal rule to explain sinking and floating. The worksheet can be completed and discussed in small groups and then discussed in the whole class, so that students can have a rich and wide range of evidence and counterevidence to consider. In addition, when students have trouble coming up with counterevidence for their alternative conceptions, we prepare some predict-observe-explain (POE) activities to promote students' conceptual change. In POE activities, students are asked to (a) predict what will happen if a certain action is taken in an event (e.g., an experiment); (b) observe what actually happens; and (c) finally explain what has happened. Due to students' alternative conceptions, their observations often conflict with their predictions. By creating cognitive dissonance and surprise, POE helps students realize the limitation of their current conceptions and get ready to learn scientific theories.

In one of our POE activities, we manipulate a piece of clay into different shapes to help students see the limitations of their conceptions. We show them two clay balls—one is huge, the other is tiny. We ask students what will happen if the two balls are placed in water. Students who have the conception "Heavy things sink" predict that the big one would sink but the small one would float. We then show students that both balls sink. After the observation, students are asked to explain why they both sink. When students discuss their explanations, we guide them to consider the differences and commonalities of the two balls—Volume? Mass? Density? Students then realize that density, rather than volume and mass, determines whether an object will sink or float. Similarly, we use POE to show students the counterevidence for an alternative conception, e.g., "Flat things float". We show students a clay cube sinking in water. We then reshape the cube into a flat clay sheet and ask students what will happen if the flat clay sheet is placed in water. After seeing that the flat clay sheet also sinks in water, students realize that flatness does not determine sinking and floating.

Misconceptions	Supporting evidence	Counterevidence
I Big/heavy things sink; small/light things float.	A boulder sinks, while a leaf and a feather float.	<i>Small rocks or coins sink, although they are small. Objects made of floating wood will float in water regardless of size. Two pieces of floating wood bundled together still float. A piece of soap sinks in water. If cut into two unequal pieces, both pieces still sink in water regardless of size.</i>
II Hollow things float; things with air in them float.	Balloons, beach balls, and basketballs float.	<i>A submarine sinks although it has air in it all the time.</i>
III Things with holes sink.	A boat or ship with a hole in it sinks, e.g., <i>Titanic</i> .	<i>Objects made of floating materials (e.g., wood and foam) will float in water even if there is a hole in them.</i>
IV Flat things float.	Water rafts and surfboards float.	<i>A flat piece of iron and a ceramic plate sink.</i>
V The sharp edge of an object makes it sink.	Things with an edge are easier to push in snow, soil, and other solid materials.	<i>A piece of clay made into an edge shape will sink in water no matter how it is placed in water.</i>
VI Vertical things sink; horizontal things float.	When we stand in water, we sink; when we lie on water, we float.	<i>If we put a piece of wood pencil in water, no matter how you put it in, it floats.</i>
VII Hard things sink; soft things float.	Rocks sink, while balloons float.	<i>A piece of clay sinks in water although it is soft. A piece of wood floats in water although it is hard.</i>
VIII Floating fillers help heavy things float.	Life preservers help people float in water.	<i>If a sealed container sinks, adding foam peanuts and resealing the container won't make it float.</i>
IX A large amount of water makes things float.	Boats float in the ocean.	<i>Some things sink in the ocean although the ocean is huge.</i>
X Sticky liquid makes things float.	A marble floats in corn syrup.	<i>Objects that sink in water will sink in cooking oil, although the oil is very sticky.</i>

Figure 4. Student worksheet addressing alternative conceptions (columns 2 and 3 are left blank for students to fill in).

Teaching to Move Students Toward Scientifically Accepted Conceptions

Simply diagnosing alternative conceptions is not an end but a beginning. Learning environments need to be designed where students' alternative conceptions can be challenged, evidence can be collected as to the viability and generalizability of each, and discussion can ensue about what the best available evidence suggest about the conceptions. It is at this point that the students become young scientists engaged in doing science: hypothesizing about competing alternative conceptions, designing experiments to test one or another conception, using evidence to justify their conclusions about the viability of competing alternatives. To this end, we have found POE demonstrations quite effective. They are designed to challenge and test alternative conceptions. For example, to probe students' understanding of WTSF we have used a bar of soap and a pitcher of water. We show students that the bar of soap sinks in water. We then cut the bar into two parts: $\frac{1}{4}$ and $\frac{3}{4}$. We ask them to predict whether each will sink or float. Typically they say the large one will sink and the small one will float. Of course the demonstration shows that both sink. They then ask us to cut the $\frac{1}{4}$ bar in half. Before we do that we have them measure the mass and volume of the $\frac{1}{4}$ bar and calculate density. We then cut the bar in half and ask students to measure the mass and volume and to calculate density of a half. While mass and volume changes proportionally, density stays the same. But some students still don't believe us. We keep cutting the small piece of soap into smaller halves ... eventually the remainder is so small that the water's surface tension keeps the sliver afloat! But by then most students have learned something about sinking and floating.

We have also found student-conducted experiments to be effective. In this case student design an experiment that challenges a conception, such as flat things float. As shown above, this can be done with clay. However, the teaching task is not done with evidence. Teachers need to model (think and reason aloud) for students how to bring evidence to bear on competing conceptions and to argue from evidence. Once having modeled (perhaps over and over), students should then be given the opportunity to mimic the reasoning observed and argue with justification for their position, or change their position when the evidence shows their favored conception to be less tenable than others.

Concluding Comments

One important goal for science education is to help students come to understand how the natural world works; it is also an important goal of science. Scientists are skeptical of what they personally see and experience in the natural world; they challenge these impressions to understand just how far they go, often discovering inconsistencies and better explanations, and thereby surprising themselves. Students are amateur scientists; they too attempt to make sense of the natural world from what they see and experience; they are far less skeptical. Students bring their alternative conceptions of nature to science class. They hold these conceptions as true; they work! Consequently, changing their conceptions is often challenging. Teachers need to know what alternative conceptions students bring with them to class in order to begin teaching science toward the goal of challenging alternative, limited conceptions and helping students come to understand scientifically accepted explanations. Teachers can probe these understandings using such assessment tools as concept maps and multiple-choice questions as we have done. Once alternative conceptions are exposed, the next step is to work with students to decide which of the alternative provide more generalizable explanations and which are quite limited. One way of doing this is with POE questions. Another is to have students set up "experiments" testing alternative conceptions. Either way, what is most important is that students bring trustworthy ("scientific") evidence to bear on their decisions about competing alternative models and use that evidence to justify the position they currently hold.

1. This paper summarizes two earlier papers on tools for teachers to use in probing students' understanding in science classes: Vanides, Yin, Tomita and Ruiz-Primo (2005), and Yin, Tomita and Shavelson (2008).
2. Authorship in (reverse) alphabetical order.

References

1. Vanides, J., Yin, Y., Tomita, M., & Ruiz-Primo, M. A. (2005). Using concept maps in the science classroom. *Science Scope*, 28, 27-31. (downloadable reprint, with permission, is available at [http://vanides2.com/Publications/NSTA-Science-Scope/UsingConceptMaps-ScienceScope\(summer2005\).pdf](http://vanides2.com/Publications/NSTA-Science-Scope/UsingConceptMaps-ScienceScope(summer2005).pdf))
2. Yin, Y., Tomita, K. M., & Shavelson, R. J. (2008 April/May). Diagnosing and dealing with student misconceptions about "Sinking and Floating". *Science Scope*, 31, 34-38.

"C'era una volta..." la fiaba a scuola. Riflessioni sul genere fiabesco e sulla sua valenza educativa nel progetto del Liceo Scientifico "Vito Volterra" di Fabriano

Paola Ascani

Liceo Scientifico "Vito Volterra", Fabriano, Ancona

e-mail: p.ascani@liceoscientificofabriano.it

"[...] le fiabe sono vere. Sono, prese tutte insieme, nella loro sempre ripetuta e sempre varia casistica di vicende umane, una spiegazione generale della vita, nata in tempi remoti e serbata nel lento ruminio delle coscienze contadine fino a noi; sono il catalogo dei destini che possono darsi a un uomo e a una donna" [1] Le fiabe, intese come racconti popolari, presentano un repertorio di storie e personaggi che caratterizza la narrazione fiabesca e attinge alla tradizione orale tipica di tutte le comunità umane. Generalmente, si tende a considerare questi testi delle "storielle" che vengono raccontate per addormentare i bambini o per intrattenersi durante le serate invernali; in realtà, si tratta di narrazioni fantastiche che danno voce alle credenze e alle superstizioni popolari più diffuse. Proprio l'etimologia del termine "fiaba" (dal latino *fabula*, "discorso della gente, diceria") dimostra il peso della trasmissione orale nella trasformazione e nell'arricchimento del repertorio tematico della narrazione fiabesca; inoltre, rileva le contaminazioni tra universi culturali diversi. Tali considerazioni evidenziano che lo studio della fiaba non è semplice: anche se la sua struttura narrativa può sembrare lineare, in realtà ogni elemento che compare all'interno della narrazione ha un ruolo estremamente complesso. Prima di tutto, è opportuno sempre considerare la tradizione che ha prodotto quella fiaba, che ha creato quei personaggi e che ha ritenuto importante riportare proprio quella vicenda e non un'altra, per trasmettere un preciso messaggio.

Inoltre, non bisogna dimenticare che un'altra possibile traduzione del termine latino *fabula* è "mito" o "leggenda"; in questo caso, il racconto fantastico si trasforma nel racconto delle origini di un popolo, nella storia leggendaria degli antenati che hanno fondato villaggi, città, imperi, anzi, storicamente, può essere confrontato "sia con i miti dei popoli primitivi preclassisti sia con quelli degli Stati civilizzati dell'antichità" [2] In queste riflessioni risiede il valore pedagogico di un percorso affrontato in ambito scolastico con le risorse della creatività personale e lo studio "consapevole" della fiaba. Tale percorso, che ha coinvolto le classi del biennio della sede centrale e staccata del Liceo Scientifico "Vito Volterra" di Fabriano negli anni scolastici 2011-2012 e 2012-2013, è stato realizzato per stimolare negli studenti la riflessione storico-critica sul genere fiabesco attraverso la produzione di testi illustrati. Per far fronte alle difficoltà connesse alla realizzazione di elaborati originali di tipo figurativo e narrativo, sono stati contattati esperti esterni, che hanno collaborato con i docenti per organizzare le attività di studio, composizione e illustrazione della fiaba.

Per lo svolgimento della prima fase del lavoro, è stato richiesto il contributo della professoressa Giulia Massini, dottore di Ricerca in Italianistica presso l'Università degli Studi di Bologna. La docente ha svolto, nell'anno scolastico 2011-2012, alcune lezioni, in cui sono state approfondite le radici storiche delle fiabe attraverso il lavoro di Propp, con esempi concreti di materiale fiabesco tratto dai più importanti autori (Grimm, Perrault, Andersen). È stato poi preso in esame il lavoro di Italo Calvino, evidenziando il processo di nascita della fiaba dal folklore dialettale, con l'analisi di alcuni testi tratti dalla raccolta *Fiabe italiane*. In questa fase sono state messe a frutto le esperienze maturate nello studio della struttura fiabesca, con il supporto degli strumenti compositivi forniti dalla *Grammatica della fantasia* di Gianni Rodari. In modo

particolare, sono state approfondite due caratteristiche distintive del genere fiabesco: la prima è da ricercare sul piano dei temi e dei luoghi narrativi; la seconda a livello di struttura narrativa. Per quanto riguarda il primo aspetto, è stato sottolineato che la fiaba è, prima di tutto, un racconto fantastico, i cui protagonisti compiono generalmente imprese straordinarie e, nella maggior parte dei casi, inaccessibili a un comune mortale. Per tale motivo, i luoghi in cui sono inseriti gli eventi, anche se presentano un richiamo ad ambientazioni realistiche, sono in realtà estranei alle normali coordinate spazio-temporali: le fiabe vengono collocate in luoghi fantastici dove i personaggi sono chiamati a rispondere soltanto alle regole dei loro "mondi favolosi". Inoltre, le fiabe presentano una struttura narrativa che tende a ripetersi, anche se vengono modificati i personaggi e i luoghi che costituiscono l'ambientazione della vicenda.



Figura 1. Alcuni momenti dell'attività laboratoriale di illustrazione delle fiabe scritte dagli studenti del Liceo Scientifico "Vito Volterra" di Fabriano

Dopo questa prima fase di studio della fiaba, gli studenti sono stati chiamati a commentare in classe brani tratti da fiabe contemporanee o da generi che si sono serviti della fiaba per il proprio sviluppo, per fornire la loro personale spiegazione del significato degli stessi, e trovare attraverso il commento dei testi spunti d'interesse personale alla composizione. Con il supporto del docente di lettere della classe, lo studente ha acquisito la consapevolezza del fondamentale principio di funzionamento della fiaba e delle sue contaminazioni nel corso dei secoli: ogni storia non è mai nuova; viene sempre ridetta, rinarrata e riletta, con la speciale intonazione (geografica, storica, mentale e sentimentale) di chi la sta narrando. Per

quanto riguarda la scelta dei testi analizzati in classe, è stata presa in esame la sezione marchigiana delle *Fiabe italiane*, per promuovere la conoscenza del patrimonio culturale locale.

Sono stati inoltre presentati agli studenti esercizi di riscrittura e composizione della fiaba, che li hanno preparati all'attività di scrittura di testi originali. Tuttavia, per evitare di far dilagare la produzione creativa delle fiabe da parte dei ragazzi in una libertà rappresentativa priva di direzioni, gli insegnanti hanno individuato alcuni archetipi di riferimento (*Cappuccetto Rosso*, *Cenerentola*, *Pinocchio*, *Biancaneve e i sette nani*, ecc.) e hanno chiesto agli alunni di scrivere la loro versione della storia, in linea con la tradizione fiabesca che non è mai invenzione ma sempre riscrittura, mescolanza di strutture già preesistenti. I testi originali così prodotti sono stati poi selezionati dai docenti di lettere delle classi coinvolte, perché fossero pubblicati in un volume che prevedesse anche la presenza delle illustrazioni delle fiabe originali.

Per quest'ultima fase del progetto, che si è svolta nell'anno scolastico 2012-2013 e si è conclusa nel mese di giugno con la pubblicazione del libro di fiabe, è stato organizzato un corso di illustrazione rivolto agli studenti delle classi seconde e curato dagli artisti dell'associazione culturale "InArte". L'attività laboratoriale, realizzata in orario extracurricolare, ha permesso agli alunni di conoscere gli aspetti principali della tecnica pittorica dell'acquerello; inoltre, ha stimolato la sperimentazione relativa alla presentazione delle immagini quale supporto alla comunicazione delle fiabe, attraverso la creazione delle tavole illustrate che accompagnano i testi originali pubblicati. Alla fine di questo viaggio nel mondo delle fiabe, coloro che hanno realizzato il progetto hanno acquisito la consapevolezza di essere stati guidati, per certi aspetti, dallo stesso spirito che animò Calvino nell'attività di raccolta e organizzazione dei testi delle *Fiabe italiane*.

"Ora, il viaggio tra le fiabe è finito, il libro è fatto, scrivo questa prefazione e ne son fuori: riuscirò a mettere i piedi sulla terra? Per due anni ho vissuto in mezzo ai boschi e palazzi incantati, col problema di come meglio vedere in viso la bella sconosciuta che si corica ogni notte al fianco del cavaliere, o con l'incertezza se usare il mantello che rende invisibile o la zampina di formica, la penna d'aquila e l'unghia di leone che servono a trasformarsi in animali. E per questi due anni a poco a poco il mondo intorno a me veniva atteggiandosi a quel clima, a quella logica, ogni fatto si prestava a essere interpretato e risolto in termini di metamorfosi e incantesimo [...] e così nelle vite dei popoli, che ormai parevano fissate in un calco statico e predeterminato, tutto ritornava possibile [...]. Ogni poco mi pareva che dalla scatola magica che avevo aperto, la perdita logica che governa il mondo delle fiabe si fosse scatenata, ritornando a dominare sulla terra. Ora che il libro è finito, posso dire che questa non è stata un'allucinazione, una sorta di malattia professionale. È stata piuttosto una conferma di qualcosa che già sapevo in partenza, quel qualcosa cui prima accennavo, quell'unica convinzione mia che mi spingeva al viaggio tra le fiabe; ed è che io credo questo: le fiabe sono vere" [3]

Bibliografia

1. Calvino, I. (2011). *Fiabe italiane*, Milano: Mondadori, p. 39.
2. Propp, V. J. (1992). *Morfologia della fiaba. Le radici storiche dei racconti di magia*. Roma: Newton Compton, p. 152.
3. Rif. 1, pp. 38-39.

Principi di educazione scientifica nell'infanzia

Anna Rita Benedetti

Dirigente scolastico - Liceo Scientifico Galileo Galilei, Via XIV Settembre, 79 – 06122 Perugia
e-mail:

L'Educazione scientifica

Parliamo di educazione scientifica e non di semplice insegnamento delle materie scientifiche, in quanto l'educazione pervade tutti gli aspetti formativi e non si esaurisce nello sviluppo dei meri elementi cognitivi dell'apprendimento. L'educazione si cura dello spirito, della psiche e del corpo, sviluppa gli aspetti emotivo-affettivi, relazionali e sociali, oltre alle capacità intellettive. Per educazione scientifica intendo lo stimolo a formare atteggiamenti volti alla scoperta del mondo, alla ricerca dei significati delle esperienze e alla definizione delle relazioni tra il Sé e l'Altro da sé, tra il mondo della percezione interiore e gli universi dell'esperienza.

La nostra cultura è caratterizzata da un'evoluzione della conoscenza che si è strutturata in campi ben definiti ed offre strumenti interpretativi della realtà, creati attraverso percorsi storico-filosofici di ricerca e di costruzione concettuale. Le discipline scientifiche sono l'oggetto dell'educazione scientifica in ambito scolastico e nel percorso formativo dei giovani non può mancare l'alfabetizzazione nei diversi campi disciplinari. L'apprendimento dei linguaggi e dei codici scientifici consente agli studenti di acquisire i mezzi comunicativi e di ricerca per interagire con e dentro le discipline, abilitando ciascuno di loro a continuare, anche autonomamente, i percorsi culturali di sviluppo della ricerca scientifica e delle sue applicazioni.

Perché cominciare nell'infanzia

È noto quanto sia fondamentale il periodo dell'infanzia per la costruzione degli apprendimenti e delle competenze future, quanto il periodo prescolare sia incisivo per il futuro sviluppo della persona ed è quindi indispensabile fondare l'educazione scientifica in questa fase dello sviluppo, per raggiungere risultati certi, sia per quanto attiene alla formazione delle strutture cognitive, sia per sostenere e nutrire la naturale creatività dell'essere umano che già si manifesta nei primi anni di vita. È necessario tenere presente che ogni progresso nella conoscenza è un atto creativo del pensiero e che lo sviluppo della ricerca scientifica avviene proprio grazie a modalità di pensiero orientato alla scoperta, alla individuazione e risoluzione di problemi, alla interpretazione dei fenomeni.

Le Indicazioni nazionali per il curricolo

Lo sviluppo del curricolo verticale per il primo ciclo di istruzione si basa sulle competenze che la scuola dell'infanzia deve promuovere. In particolare, nel documento programmatico ministeriale, l'educazione scientifica compare nel campo di esperienza "La conoscenza del mondo". Il processo formativo nasce dall'esplorazione spontanea della realtà e viene stimolato mediante la riflessione sulle proprie esperienze,

descrivendole, rappresentandole e riorganizzandole; proprio questo percorso pone "... le basi per la successiva elaborazione dei concetti scientifici e matematici ..." (1, p. 28)

Il linguaggio ha un ruolo chiave in tale processo, come in tutti i processi formativi: il linguaggio comune che si usa per comunicare, ma anche il linguaggio scientifico, costituito dal linguaggio specifico e da simboli. Nelle indicazioni vengono suggeriti i contenuti dell'educazione scientifica: molti aspetti della realtà facilmente osservabili, da cui ricavare gli elementi concettuali e procedurali. Alla fine della scuola per l'infanzia i bambini e le bambine dovranno aver raggiunto competenze in ordine all'uso delle fondamentali strutture cognitive e alle procedure che sono alla base della conoscenza scientifica: raggruppamenti e seriazione, misurazione e rappresentazione simbolica, osservazioni e descrizioni di fenomeni e loro interpretazione e previsione, collocazione di se stessi e di oggetti nello spazio e nel tempo, comprensione ed esecuzione di istruzioni, conoscenza e uso di strumenti meccanici e tecnologici.

Fondamenti della psicologia evolutiva

Una buona didattica è rispettosa delle istanze psicologiche e della loro evoluzione durante la crescita, pertanto è indispensabile che i docenti abbiano una conoscenza approfondita delle caratteristiche dell'età evolutiva e sappiano calibrare gli interventi e gli stimoli in base alla continua osservazione e valutazione delle risposte dei bambini e delle bambine. Richiamo qui solo alcuni aspetti che non possono essere trascurati, bisogni fondamentali per la crescita e per un positivo apprendimento: la sicurezza affettiva, la possibilità di esprimersi liberamente, la continua ricerca di esperienze.

Il bambino richiede un ambiente sicuro e sereno, in cui sa di essere accettato, protetto e aiutato, la sicurezza affettiva consente la piena espressione delle esigenze cognitive, quindi la disponibilità ad usare corpo e mente per osservare se stesso e il mondo e la libertà di esprimere il proprio vissuto, nella certezza di piena accoglienza da parte degli adulti. La scuola ha il compito di fornire questo tipo di ambiente, nel quale proporre la più ampia varietà di esperienze, che costituiscono nutrimento per la creatività e l'espressione di sé. Il gioco, quale attività spontanea del bambino, diviene strumento metodologico elettivo, capace di soddisfare tutte le esigenze dei bambini e delle bambine: emotivo-affettive, cognitive, espressive. Il gioco quindi, anche nell'educazione scientifica, rimane il mezzo più efficace, a questa età, per la formazione di base.

Ricerca azione

Ed è proprio sotto forma di gioco che si possono proporre attività di concettualizzazione basate sull'osservazione spontanea e guidata della realtà e sull'espressione delle proprie esperienze. Quanto segue si basa su una sperimentazione dell'utilizzo delle mappe concettuali nella scuola dell'infanzia. Le insegnanti, supportate da un corso di formazione, hanno proposto ai piccoli alunni e alunne una metodologia di apprendimento dei concetti scientifici e del linguaggio specifico, partendo da esperienze e da conversazioni, in un percorso di conoscenza di sé, in particolare la percezione del proprio corpo. La didattica per mappe concettuali prevede fasi ben precise e, da parte dell'insegnante, la conoscenza dei concetti e del linguaggio scientifico. Infatti tale didattica si basa sull'assunto che l'elaborazione culturale, soprattutto nel campo delle scienze, è costituita dalla costruzione e organizzazione di concetti connessi tra di loro attraverso relazioni.

L'insegnante, in questo modello didattico, diviene mediatore tra il mondo e il linguaggio del bambino da un lato e la conoscenza scientificamente costruita e definita dall'altro, in modo da stimolare negli allievi e nelle allieve autonomi processi cognitivi. Tali processi si innestano sulla spontanea osservazione da parte dei bambini e delle bambine e consistono nel portare alla coscienza le differenze tra l'elaborazione individuale di tali esperienze e la descrizione e spiegazione scientificamente accreditate. In questo modo non si tratta di semplice memorizzazione, ma di trasformazione ed evoluzione delle strutture cognitive, in cui il linguaggio scientifico viene a sostituire la lingua comune nella descrizione di fenomeni e di esperienze, ma non solo: la riflessione per differenze, tra il percepito e la sua esplorazione scientifica, conduce ad una maggiore capacità di osservazione, ad acquisire l'abitudine alla ricerca di diversi significati, al confronto tra visioni diverse; l'accettazione delle proposte concettuali della scienza introduce l'idea del sapere scientifico come convenzione, quindi afferma l'esigenza della ricerca continua e della necessità di verifica delle ipotesi.

Percorso didattico

La sperimentazione viene rivolta ad un gruppo di bambini e bambine di tre e quattro anni in una scuola dell'infanzia. Le docenti scelgono come argomento di osservazione il movimento del corpo, quindi preparano la mappa concettuale che illustra il materiale oggetto dell'apprendimento: la nomenclatura delle principali parti del corpo e il funzionamento del movimento muscolare a partire dallo stimolo cerebrale. L'argomento è stato scelto per supportare il processo di conoscenza del proprio corpo, con la presa di coscienza dei meccanismi che consentono il movimento. Come prevede la didattica per concetti, la mappa concettuale serve ai docenti per individuare precisamente il segmento concettuale da introdurre e per individuare gli elementi del linguaggio che definiscono tali concetti e le relazioni tra di loro. Si procede poi con il "colloquio clinico", così definito perché non si tratta di una conversazione, ma di una vera ricerca: i docenti e i piccoli alunni e alunne insieme esplorano le conoscenze già spontaneamente acquisite sulla tematica proposta, i docenti stimolano l'espressione attraverso esperienze, domande, racconti, produzione di disegni, e tutto il gruppo condivide i diversi punti di vista che vengono tutti accettati e discussi, con le ragioni, le spiegazioni e l'esplicitazione dei contesti in cui si sono creati. Si produce in questo modo la "matrice cognitiva" del gruppo, che viene registrata con i disegni e gli oggetti scelti dal gruppo.

La matrice cognitiva costituisce il fondamento sui cui innestare la conoscenza scientifica, si creano con essa l'aspettativa e la motivazione all'approfondimento delle idee e delle esperienze, inoltre i docenti possono verificare quanto è già a conoscenza degli alunni e delle alunne, anche se in modo embrionale ed informale, e quanto invece ancora completamente estraneo; ciò consente di adattare la propria mappa concettuale alle reali esigenze e condizioni del gruppo. Il percorso continua con la predisposizione dell'unità di apprendimento, con la quale i docenti organizzano tempi, modalità e attività per facilitare la trasformazione della matrice cognitiva nella mappa concettuale scientificamente valida. Trattandosi di età dell'infanzia, la maggior parte delle attività sono ludiche, il ruolo del docente è qui fondamentale nel guidare i bambini ad usare, mentre agiscono, il preciso linguaggio scientifico nel denominare il movimento del proprio corpo e nell'individuare le occasioni di rinforzo e di supporto all'uso di tale linguaggio.

Una fase importante, per la formazione delle strutture cognitive, è quella della simbolizzazione, con l'uso di diversi linguaggi: la parola, il disegno, altri tipi di codici, in base all'attività. La simbolizzazione aiuta ad interiorizzare l'esperienza e abitua, man mano, ad usare il simbolo come sostituto dell'esperienza e come mezzo evocativo della stessa, predisponendo a quelle capacità di astrazione così necessarie per l'apprendimento. Alla fine del percorso è prevista la verifica, sia in relazione all'acquisizione del linguaggio, sia alla capacità di uso dei concetti. Pertanto è importante predisporre modalità di verifica che stimolino all'utilizzo creativo di quanto appreso, attraverso giochi, invenzione di storie, lettura di immagini e drammatizzazione, espressioni grafiche e pittoriche. La valutazione si basa quindi sulla rilevazione dei livelli di padronanza concettuale.

Ricordo in particolare il disegno di un bambino che nella matrice cognitiva individuava la sede del cervello anche nelle ginocchia: c'era già la conoscenza del ruolo del cervello nello stimolo al movimento, ma non, ovviamente, la funzione del sistema nervoso nella trasmissione dello stimolo. Dopo le attività, nel disegno di verifica, il cervello veniva posizionato solo nella testa e veniva anche disegnata la rete nervosa lungo tutto il corpo per la trasmissione dello stimolo. Importante notare che durante tutto il percorso didattico è necessario fare uso di tecniche metacognitive per stimolare nei bambini e nelle bambine la presa di coscienza delle proprie conoscenze e per aiutarli a riconoscere l'evoluzione del proprio percorso di apprendimento.

Risultati

I risultati della sperimentazione hanno dimostrato che è possibile attuare l'educazione scientifica nella scuola dell'infanzia e che il modello della didattica per concetti si rivela molto efficace in quanto affine alle caratteristiche dello sviluppo del percorso di conoscenza scientifica. I piccoli alunni e alunne si sono mostrati entusiasti durante tutte le attività, in quanto protagonisti attivi delle proposte e liberi di esprimersi e di interagire. Le insegnanti hanno rilevato che la sistematicità delle fasi risulta molto utile per l'organizzazione didattica e che l'apprendimento basato sulla scoperta delle matrici cognitive risulta più efficace, strutturato, permanente e quindi formativo.

Conclusione

Nella scuola dell'infanzia si pongono le basi per il futuro sviluppo e per i successivi processi di apprendimento, occorre quindi ottimizzare l'efficacia educativa negli anni preziosi della maggiore plasticità e recettività dell'essere umano. Per la crescita della società è necessario investire risorse nel potenziamento di questo livello scolastico, formando adeguatamente i nuovi docenti e aggiornandoli durante il servizio, valorizzandone al massimo il ruolo delicato ed insostituibile.

Occorre anche porre particolare cura all'ambiente di apprendimento, con interventi di miglioramento degli spazi e ampliamento della dotazione di materiali e strumenti, necessari non solo per l'educazione scientifica, ma per tutte le attività didattiche. Per la maggiore efficacia formativa, infine, è da ricercare la continua collaborazione dei genitori che vanno aiutati a condividere il più possibile l'azione educativa della scuola. L'evoluzione sociale ed individuale sono possibili solo attraverso un investimento consistente nella formazione dei giovani fin dall'infanzia.

Bibliografia

1. http://www.indicazioninazionali.it/documenti_Indicazioni_nazionali/Indicazioni_Annali_Definitivo.pdf
2. Ausubel, D. P. (1978). *Psicologia e processi cognitivi*. Milano: Franco Angeli.
3. Damiano E. (a cura di) (1994). *Insegnare con i concetti. Un modello didattico tra scienza e insegnamento*. Torino: SEI.
4. Damiano, E. (1995). *Guida alla didattica per concetti*, Milano: Juvenilia.
5. http://didascienze.formazione.unimib.it/Lucevisione/libretto/libr_4.htm
6. <http://nieer.org/resources/policybriefs/20.pdf>

Degrado e deterioramento ambientale

Graziella Paravizzini

IC "Egisto Paladini" – Treia (MC)

e-mail: paravizzinigraziella@libero.it

Consapevolezza e responsabilità sono le parole che racchiudono tutto ciò che ha significato il lavoro di questo anno. Nato da un progetto in rete "Ambinfanzia" il percorso tracciato e sviluppato con i bambini di 4 anni ha fatto crescere docenti e bambini: i docenti per i risultati raggiunti nonostante le perplessità di una metodologia nuova e i bambini perché alcuni di loro hanno tirato fuori delle capacità che noi avevamo sottovalutato e /o addirittura non conoscevamo.

In circle time nell'aula – sezione viene chiesto ai bambini il significato della parola "rifiuto". Si guiderà la conversazione tracciando una mappatura delle preconoscenze dei bambini riguardo l'ambiente. Ogni bambino farà attenzione a rispettare il proprio turno nella conversazione. Dopo la rilevazione delle preconoscenze attraverso il "brainstorming" si progetta la UDL le cui finalità richiamano la capacità di esplorare, ragionare e sperimentare ed educare i bambini a sentirsi parte di un mondo di cui avere cura.

Nel grande gruppo i bambini ascoltano il racconto "Il laghetto". Successivamente verranno formati gruppi eterogenei di 4 alunni che riprodurranno graficamente, secondo il metodo cooperativo, la sequenza e la situazione opposta espressa nel racconto: lago pulito – lago inquinato. Ad ogni componente del gruppo si chiede di eseguire un compito preciso: due bambini disegnano, uno colora, uno verbalizza. Da qui la realizzazione di due cartelloni murali.



Figura 1. Rappresentazione del lago pulito e del lago inquinato

Ma il degrado è anche quello all'interno della nostra Scuola nella sala - mensa quando i bambini non ripongono nel cestino i rifiuti e non solo ...



Figura 2. Si può causare il degrado anche a Scuola ...

... fuori dalla Scuola, sulla spiaggia, tracce di inquinamento e degrado ambientale. Dopo l'uscita didattica, tornati in classe, abbiamo chiesto ai bambini, seduti in circle-time se era giusto per loro gettare i rifiuti sulla spiaggia e che cosa accade a quei materiali lasciati lì sulla sabbia. Da qui la formazione di gruppo cooperativo di tre alunni finalizzato alla rappresentazione grafica e verbalizzazione.



Figura 3. Rappresentazione grafica dei bambini e verbalizzazione

L'osservazione di vari materiali ci ha portati a proporre un esperimento scientifico sull'assorbimento dei materiali nella terra e nell'acqua. Abbiamo preso 8 vasi. In ciascuno di essi i bambini hanno messo "immondizie" di materiali differenti: bucce di mela, un pezzo di polistirolo, un foglio di giornale appallottolato, una scatola vuota di tonno. Su quattro vasi viene messa della terra, sui restanti quattro viene versata dell'acqua. Sui vasi con la terra viene messa dell'altra acqua. Infine i vasi sono stati messi fuori sul davanzale. Poi abbiamo chiesto agli alunni di fare delle ipotesi su come sarebbero diventati i materiali dopo essere stati dissotterrati e tolti dall'acqua. Per la maggior parte dei bambini i materiali si sporcheranno e diventeranno neri nel caso di quelli posti sotto terra, si bagneranno per quelli messi nell'acqua. Qualcuno, come Federica, pensa che nel vaso dove c'è la mela "nasce un fiore". Qualche giorno dopo Pietro, osservando i barattoli ha detto che ancora non era successo nulla e che secondo lui la lattina in seguito si sarebbe arrugginita. Dopo circa 4 settimane abbiamo dissotterrato i materiali che stavano sotto terra e tolto dall'acqua gli altri.





Figura 4. Esperimento scientifico sull'assorbimento dei materiali nella terra e nell'acqua

Nel vaso con le bucce di mela sotterrate i piccoli hanno avuto modo di notare anche un piccolo verme:



Figura 5. Nel tempo è stato visto anche un piccolo verme

I bambini si sono resi conto che il polistirolo e la scatola di tonno sono sempre gli stessi, mentre la carta è molliccia e ridotta a brandelli e le bucce di mela sono marcite e sono color di terra. In un secondo momento in palestra viene chiesto ai bambini di riprodurre con gesti motori i materiali che abbiamo messo sottoterra. Successivamente si predispongono gruppi di tre bambini che su fogli grandi rappresentano l'esperienza. Tutto il percorso si conclude con la costruzione di un cartellone riassuntivo dell'esperienza fatta dove i gruppi provano a verbalizzare l'esperienza alla classe e una scheda meta cognitiva con "smile" per esprimere il proprio gradimento.



Figura 6. Cartellone riassuntivo dell'esperienza fatta realizzato da un gruppo di tre bambini

Bibliografia

- Oakley, B., Felder, R., Brent, R. & Elhajj, I. (2004). Turning Student Groups into Effective Teams. *Journal of Student-Centered Learning*. 2(1). 9-34.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning. Theory, Research, and Practice*. Second Ed. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.

Un giovedì speciale alle elementari

Valentina Paterna

I.C. "King-Mila" Torino

e-mail: paterna.valentina@libero.it

Introduzione

Sono una maestra di sostegno al sesto anno d'insegnamento e grazie alla mia collega Daniela e al nostro continuo scambio di ruoli, sono diventata a tutti gli effetti l'insegnante di tutti i bambini. Abbiamo deciso fin dalla prima elementare che io mi occupassi delle scienze e dell'inglese nella classe, in modo da rendere i nostri ruoli flessibili ed interscambiabili. La mia passione per l'insegnamento delle scienze si è affinata in questi anni, in realtà non è mai stata "la mia materia preferita" ma ho osservato che nei bambini suscitava notevole interesse e partecipazione, con moltissimi contributi che arrivavano anche da casa.

L'impostazione metodologica e didattica che Daniela e io abbiamo scelto in classe è stata fin dall'inizio il lavoro in apprendimento cooperativo; l'esperienza pregressa di Daniela le aveva permesso di conoscere la metodologia e di sperimentarla "a piccole dosi" comprendendone le potenzialità. Il mio incontro con l'apprendimento cooperativo risale ai tempi dei miei studi universitari e alla scelta di approfondirne le caratteristiche e le modalità per applicarlo ed utilizzarlo in classe nel mio percorso di tesi. Grazie alle ricerche, agli approfondimenti e alle svariate opportunità che ho avuto di osservare insegnanti che lo applicavano quotidianamente nelle classi, ho deciso che sarebbe dovuto diventare una delle "mie" modalità principali per un insegnamento coinvolgente e motivante. L'idea su cui mi fermo a riflettere è il fatto che in una lezione in apprendimento cooperativo tutti i bambini pensano, parlano, partecipano attivamente e contemporaneamente alla costruzione del concetto; in una lezione frontale è solo l'insegnante, insieme a pochi alunni, che parla, pensa e partecipa attivamente alla spiegazione del concetto.

Presentazione dell'attività

Grazie al progetto "Le parole della scienza" ho incontrato il professor Falasca, soprannominato "maestro Marco" dai miei bambini. Il progetto vuole iniziare a sviluppare concetti e lessico scientifico fin dalle scuole primarie, attraverso l'osservazione diretta di esperienze scientifiche. L'esperienza attiva, la riflessione e l'elaborazione di ipotesi e di immagini mentali sono attività che, svolte in apprendimento cooperativo, possono portare i bambini a confrontarsi ed a sviluppare maggiore capacità di transfer dei concetti acquisiti. L'attività che abbiamo studiato e proposto con Marco e Daniela, parte dal desiderio di mostrare attraverso un video (ripreso e gestito dall'INDIRE) come l'apprendimento delle scienze in una classe possa essere presentato in modalità cooperativa, sottolineando la figura dell'insegnante come guida

per i bambini e non come fonte di controllo. Il costruttivismo è il cardine per assicurare un apprendimento che sia reale e stabile nel tempo.

Il video è stato girato in forma di documentario con una troupe che ha ripreso la nostra attività mentre la svolgevamo in classe. Erano presenti tre ricercatrici dell'INDIRE, Serena, Rachele e Francesca, che ci hanno aiutati a rendere l'esperienza fruibile a tutti i coloro che vorranno vedere il video. L'esperienza è stata impegnativa ed emotivamente coinvolgente, sia per i bambini, che erano tutti molto emozionati, sia per noi insegnanti che lo eravamo altrettanto. Nella parte iniziale abbiamo diviso i bambini in cinque gruppi, ognuno costituito da due coppie, che in completa autonomia hanno spostato i banchi, predisponendo gli spazi per il lavoro; successivamente abbiamo assegnato loro i ruoli cooperativi: il custode del materiale, del tempo, il portavoce e il regolatore del tono di voce.



Figura 1. La troupe in classe

Utilizzando la struttura "*Pensa - Fai pratica - Discuti in Coppia - Condividi*" abbiamo invitato le coppie a gonfiare un palloncino in gomma; per stimolare la collaborazione un componente l'ha gonfiato e l'altro l'ha chiuso con un cordoncino metallico da cucina.



Figura 2. Le coppie a lavoro

Subito dopo abbiamo domandato ai gruppi: "Perché l'aria che avete soffiato ha fatto gonfiare i palloncini?"; quindi abbiamo chiesto ai bambini di premere (leggermente) sul palloncino con un disco di cartoncino, di osservare come si deformava e come si spostava l'aria al suo interno.



Figura 3. Le prime riflessioni

Cercando di guidarli nella riflessione, con una serie di domande stimolo, abbiamo cercato di portarli a costruirsi un'immagine mentale di quello che stava accadendo dentro e fuori il palloncino. Questa parte ha aiutato i bambini a riflettere individualmente sul fenomeno osservato, dando il tempo a tutti di elaborare liberamente una propria ipotesi. Attraverso la struttura cooperativa "*Pensa - Discuti in coppia e poi in quattro - Condividi*" ogni coppia ha ricevuto un foglio con questi due disegni e ha dovuto scegliere quale dei due modelli rappresentasse meglio il fenomeno del rigonfiamento del palloncino.

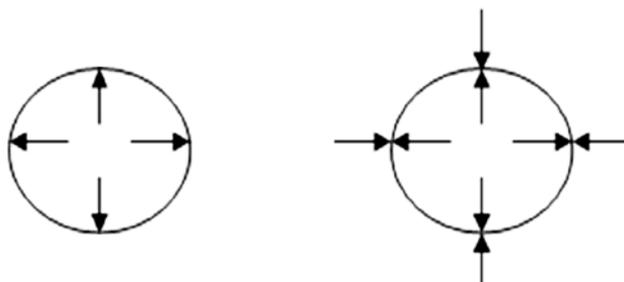


Figura 4. Quale modello rappresenta meglio il fenomeno del rigonfiamento del palloncino?

In 3 minuti la coppia ha dovuto confrontarsi con l'altra del gruppo. A questo punto ogni portavoce si è alzato e, confrontandosi tra di loro per tre minuti, hanno rielaborato le diverse ipotesi per arrivare a formularne una di tutta la classe (struttura cooperativa: "*Tutti per uno, uno per tutti!*"). Scandire i tempi in maniera rigida è importante, sia per i bambini sia per l'insegnante, per non perdersi nei vari momenti di confronto e di rielaborazione. Nello specifico: questa struttura permette a tutti, anche i più timidi o timorosi, di intervenire nella formulazione dell'ipotesi di classe che viene riportata alla fine dei diversi momenti di scambio.

La seconda parte dell'attività ha previsto solo l'osservazione dei bambini: dopo aver sistemato una piastra riscaldante di fronte alla classe, a distanza di sicurezza, ho fatto cadere alcune gocce di acqua distillata che bollendo si è liberata nell'aria. Questa volta abbiamo utilizzato la struttura cooperativa "*Place-mat*": un foglio A3 per ciascun gruppo con una domanda scritta al centro, ai lati uno spazio riservato ad ogni bambino per rispondere individualmente ed infine uno riservato al gruppo per rielaborare le risposte individuali e crearne una collettiva).

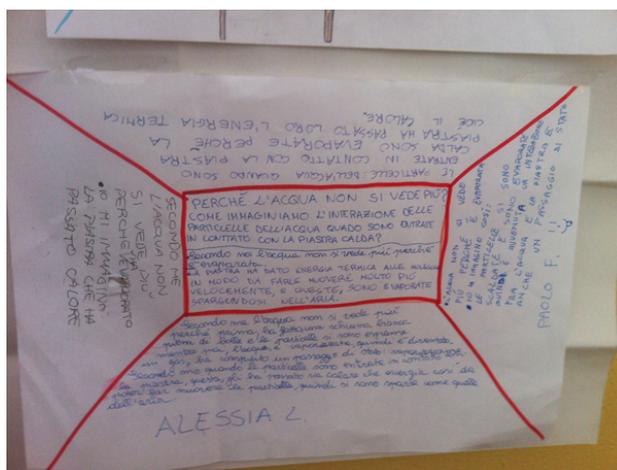


Figura 5. Place-mat di un gruppo di lavoro

Prima oralmente abbiamo stimolato i bambini poi ognuno ha provato a rispondere alla domanda scritta al centro "Cosa succede alle molecole dell'acqua quando viene riscaldata?" Dopo aver lasciato il tempo ad ogni gruppo di condividere le risposte individuali e di elaborarne una collettiva, le abbiamo lette insieme e abbiamo riassunto le conclusioni oralmente. In queste fasi di rielaborazione, Daniela ed io abbiamo girato fra i banchi guidando e stimolando le riflessioni, aiutando i bambini ad arrivare alla conclusione condivisa. È molto importante che in questi momenti l'insegnante sia presente fra i bambini perché loro non si sentano soli di fronte a qualcosa di troppo complesso da risolvere.



Figura 6. Il dialogo collettivo

Per l'ultima esperienza proposta ho utilizzato nuovamente la piastra riscaldante, su cui abbiamo poggiato una beuta al cui interno vi era ripiegato un palloncino.



Figura 7. La piastra riscaldante

Per sapere come è stato inserito il palloncino e approfondire l'investigazione dal punto di vista particellare, si consiglia di leggere l'investigazione n°11 presente nel percorso "La Teoria cinetico-molecolare" depositato sul sito Risorse Docenti PON INDIRE: http://risorsedocentipon.indire.it/offerta_formativa/d/index.php?action=tunnel&lms_id=361



Figura 8. Il palloncino entra ed esce dalla beuta

Attraverso il dialogo collettivo, ho guidato i bambini nella riflessione su quello che stava accadendo, cercando di focalizzare la loro attenzione sui cambiamenti osservati e sulle loro cause. Questa fase è stata caratterizzata dallo stupore dei bambini che hanno accompagnato l'esperienza con espressioni di meraviglia. Attraverso la struttura "Teste numerate", ogni gruppo ha dedicato un momento alla riflessione individuale e un momento alla condivisione delle proprie ipotesi, per arrivare ad elaborarne una condivisa da tutti.



Figura 9. "Teste numerate" che discutono

Questa struttura prevede che l'insegnante chiami un numero a caso, corrispondente ad un membro del gruppo, a spiegare al resto della classe l'ipotesi condivisa, in questo modo si agisce fortemente sulla responsabilità individuale di ogni alunno che così è stimolato ad ascoltare ed a partecipare attivamente alla discussione.



Figura 10. La maestra supporta il lavoro dei gruppi

È stato molto interessante osservare come all'interno dei gruppi i bambini maggiormente competenti aiutassero i bambini più in difficoltà a prepararsi a rispondere alle domande e li facessero esercitare diverse volte per renderli più sicuri. La cooperazione tra bambini risulta essere sempre uno spettacolo davvero piacevole! Per la revisione metacognitiva finale abbiamo scelto di utilizzare la struttura "*Round-table*" in cui i gruppi hanno risposto ad alcune domande date dall'insegnante:

1. Ogni gruppo ha ricevuto 4 fogli diversi con 4 domande scritte:

- Quando gonfiamo un palloncino in che modo si esercita la pressione? In tutte le direzioni o su un punto preciso?
- L'aria intorno a noi esercita una pressione su tutte le superfici, come si chiama questa pressione?
- Quando riscaldiamo l'acqua cosa succede alle sue molecole? Perché?
- Come si chiama la trasformazione dell'acqua che passa da liquido a vapore? E la controtrasformazione che avviene quando la temperatura diminuisce?

2. Ogni componente ha risposto alla domanda del foglio che portava il suo numero, ha scritto sull'ultimo spazio della pagina e quindi ha piegato il foglio in modo da coprire la sua risposta.

3. Ognuno ha passato il suo foglio al suo vicino in senso orario.

4. Quando è ritornato in possesso del foglio con il suo numero, abbiamo letto tutte le risposte a partire dal numero 1 fino al 4.

I tempi sono stati gestiti totalmente da noi insegnanti in modo da permettere ai bambini di concentrarsi completamente sulle risposte. Infine, abbiamo ripreso le risposte dei gruppi collettivamente, rielaborando i concetti principali e rimandando alle lezioni successive i necessari approfondimenti. L'ultima richiesta è stata quella di scrivere su un post-it il gradimento rispetto all'attività proposta, esprimibile con una breve frase o con una faccina.



Figura 11. I bambini esprimono il proprio gradimento

La revisione emotiva è importante perché permette all'insegnante di ricevere un "feedback emotivo" dell'attività, riferito al benessere degli alunni e non all'apprendimento. In questo particolare caso, era necessario capire quali fossero gli stati d'animo dei bambini durante la lunga giornata di riprese.



Figura 12. La maestra legge i post-it

Il giorno seguente abbiamo cercato di ripercorrere i concetti affrontati, attraverso una Place-mat con disegni, che ha permesso ai bambini di esprimere con le immagini quello che era rimasto loro impresso dopo i vari esperimenti osservati e le riflessioni effettuate con i compagni.



Figura 13. I gruppi spiegano le loro place-mat alla classe

Conclusioni

Lavorare in apprendimento cooperativo è un modo per scambiare, con i propri bambini, pensieri e punti di vista. Durante lo svolgimento di un'attività pensata in modalità cooperativa, le modifiche e i cambiamenti sono necessari: il flusso della spiegazione segue i bambini e le loro osservazioni, inducendo l'insegnante a deviazioni ed approfondimenti che spesso non sono prevedibili. Questa è la caratteristica che più apprezzo nell'apprendimento cooperativo: la lezione si costruisce un passo alla volta in classe con i bambini, io ne studio le linee guida ma insieme scegliamo cosa approfondire e cosa tralasciare, costruendo alla fine qualcosa di unico. Nell'esperienza raccontata, l'essere ripresi ci ha condizionati solo nei primi momenti, in cui eravamo tutti un po' imbarazzati, poi ognuno si è concentrato sul proprio compito, dimenticandosi del contorno.

Sicuramente la parte più impegnativa è rappresentata dalla preparazione dei materiali: l'insegnante deve scegliere con cura quali e quante esperienze presentare ai gruppi di lavoro, deve valutare quali siano le strutture cooperative migliori da utilizzare e riflettere sulla formazione dei gruppi in relazione agli obiettivi che si vogliono raggiungere. La progettazione è un momento importante ed impegnativo, capace di dare vita ad attività coinvolgenti ed estremamente motivanti sui bambini. L'apprendimento diventa realmente significativo, perché è stato costruito dai bambini un passo alla volta. Gli errori diventano elementi essenziali e funzionali per arrivare alle risposte finali, ognuno si sente libero di intervenire e di inserire idee e materiali personali per arricchire il lavoro di tutti. Anche il clima della classe è più rilassato e sereno perché tutti possono intervenire senza paura di sbagliare e, con l'aiuto dei propri compagni, ognuno può riuscire ad esprimere il proprio punto di vista. Il risultato è tale da investire la maestra da un moto

d'orgoglio e di soddisfazione, nel vedere l'intera classe coinvolta in un complesso processo di elaborazione delle teorie scientifiche, alla ricerca della spiegazione dei fenomeni analizzati.

Bibliografia

1. Johnson, D., Johnson, R. e Holubec, E: (1996). *Apprendimento cooperativo in classe*. Trento: Erickson.
2. Kagan, S. (2000). *Apprendimento cooperativo. L'approccio strutturale*. Roma: Edizioni Lavoro.
3. Karplus, R. (1969). *Introductory Physics: A Model Approach*. New York: W. A. Benjamin
4. Novak, J. (2001). *L'apprendimento significativo. Le mappe concettuali per creare e usare la conoscenza*. Trento: Erickson.
5. Morin, E. (2000). *La testa ben fatta. Riforma dell'insegnamento e riforma del pensiero*. Milano: Raffaello Cortina

Dai profumi ai sapori: progettiamo un orto di piante aromatiche

M. Vittoria Carini

Scuola Secondaria di primo grado "S. De Magistris" Caldarola (MC)

e-mail: m.vittoriacarini@libero.it

Caratteristiche del progetto e motivazione della scelta

In fase di elaborazione del Piano dell'Offerta Formativa relativo all'anno scolastico 2010 - 2011, il nostro Istituto ha raccolto la sfida dei "nuovi saperi" aderendo ad un progetto di educazione ambientale, riservato alle scuole di ogni ordine e grado, bandito dalla regione Marche. La finalità generale dell'iniziativa era chiaramente esplicitata: "educare alla cittadinanza attiva e responsabile per la costruzione della città ecologica e solidale nell'ottica globale della green economy". Tra le tematiche proposte si è scelto di lavorare sulla biodiversità, argomento dal valore altamente formativo, se affrontato con l'obiettivo di educare i ragazzi ad un diverso rapporto con la natura, all'insegna del rispetto e della valorizzazione dell'ambiente in cui viviamo. È apparsa fin da subito indiscutibile la validità dell'esperienza proposta, poiché l'argomento trattato dava la possibilità di costruire percorsi pluridisciplinari con attività laboratoriali significative sia dal punto di vista etico – relazionale che didattico, inoltre permetteva di lavorare sul senso di appartenenza alla comunità locale, prevedendo, fin dalle fasi iniziali, una stretta collaborazione con il Comune e altri soggetti operanti nel territorio.

L'idea è maturata sfogliando un vecchio album fotografico relativo alla struttura che attualmente ospita l'Istituto Comprensivo, un tempo (anni '40 - '50) sede della scuola di avviamento professionale con indirizzo agrario. Nelle foto esaminate era ben visibile che le aree non edificate adiacenti l'edificio scolastico erano state destinate un tempo a giardini ed a veri e propri campi per la coltivazione di diverse varietà di piante. Da qui l'idea di "recuperare" una di queste aree, oggi parzialmente cementificata e adibita a spazio ricreativo, creandovi un orto di piante aromatiche, in perfetta sintonia con il passato. Nella realizzazione del progetto sono stati coinvolti gli alunni della classe prima della scuola secondaria e quelli della quinta della primaria; questi ultimi si sono occupati dell'allestimento di un piccolo erbario, utilizzando le specie vegetali messe a dimora dai compagni più grandi.

Compito unitario in situazione

Creare un orto botanico di piante aromatiche, allestendo un erbario con le stesse; realizzare un cartellone illustrativo delle caratteristiche delle singole specie con targhette identificative da inserire nel terreno vicino ad ogni piantina.

Obiettivi formativi

- 1) Sensibilizzare gli alunni al rispetto, alla cura, alla conservazione ed al miglioramento dell'ambiente;
- 2) scoprire il valore della diversità sia sul piano ecologico (ricchezza delle specie vegetali) che su quello socio – culturale (senso di appartenenza alla propria comunità ed alle proprie radici);
- 3) documentare esperienze in diverse forme (iconografiche, scritte ...);
- 4) lavorare in modo cooperativo e collaborativo, coinvolgendo diversi soggetti che operano nel territorio.

Attività laboratoriali

Una prima attività è stata la raccolta di materiale iconografico reperito negli archivi della scuola, nel caso specifico vecchie foto in bianco e nero, risalenti agli anni '40 - '50 del secolo scorso, relative all'edificio scolastico e all'area nelle sue vicinanze e ai loro cambiamenti nel tempo.



Figura 1. L'edificio scolastico e le sue vicinanze

Sono state scelte le immagini ritenute più significative che sono state visionate e commentate in classe, in un'ottica di confronto della situazione del passato con lo stato attuale: gli alunni hanno potuto rendersi conto come l'area in questione abbia subito sensibili cambiamenti a causa della parziale cementificazione e della conseguente scomparsa della campagna circostante.



Figura 2. L'edificio scolastico oggi

La seconda fase ha previsto l'incontro in aula con un'esperta del Laboratorio Territoriale della Provincia (LAB.TER "Monti Azzurri"), ente che si occupa, tra l'altro, di pianificare attività inerenti alle problematiche ambientali. La biodiversità il tema affrontato, di cui è stata sottolineata l'importanza ai fini della

conservazione della specie; diverse, in questo contesto, le strategie metodologiche poste in essere per sensibilizzare gli allievi e avviare una riflessione: proiezione di diapositive, giochi interattivi, domande - stimolo per coinvolgere gli studenti e valutare l'incisività dell'intervento. Nei giorni successivi è stata effettuata un'uscita, finalizzata all'osservazione diretta delle varie specie vegetali, sia autoctone che alloctone, presenti nell'area adiacente all'edificio scolastico per far sì che gli alunni cogliessero differenze e somiglianze, ben più significative della semplice apparenza. L'uscita è risultata efficace anche per la ricaduta didattica successiva, poiché in classe l'insegnante ha riorganizzato gli input ricevuti "sul campo", inserendoli in un quadro organico e coerente di conoscenze. Si è partiti con un'attività di brainstorming per far "affiorare" le informazioni che gli allievi possedevano sulle piante (funzioni, caratteristiche, struttura ...); successivamente, attraverso l'uso del vocabolario, è stato analizzato e discusso il significato di termini specifici (pluricellulare, autotrofo, eterotrofo, omogeneo, eterogeneo ...) presenti nel manuale scolastico ed emersi durante gli incontri. Sulla base dell'osservazione diretta di campioni vegetali raccolti durante l'uscita si è proceduto, inoltre, ad analizzare la struttura della pianta e ad illustrare le funzioni delle varie parti, nonché l'evoluzione del suo ciclo vitale. A questo punto i ragazzi sono stati impegnati nell'acquisizione di dati riguardanti il nome scientifico, le caratteristiche morfologiche, l'uso culinario e le proprietà medicinali delle piante aromatiche.

Una terza fase ha previsto attività diversificate svolte contemporaneamente: la realizzazione di un cartellone illustrativo e di cartellini identificativi da inserire nel terreno.



Figura 3. Manifesto del progetto



Figura 4. Salvia ...

L'allestimento di un erbario, nella scuola primaria, con reperti essiccati, fissati su cartoncini bianchi, con indicazioni relative al campione (genere, specie, nome volgare, caratteristiche scientifiche e curiosità, e la progettazione / realizzazione dell'orto, in col-



Figura 5. L'erbario

laborazione con l'insegnante di tecnologia. Si è proceduto, quindi, ad un rilievo dell'area ed alla sua rappresentazione in scala (Figura 6).

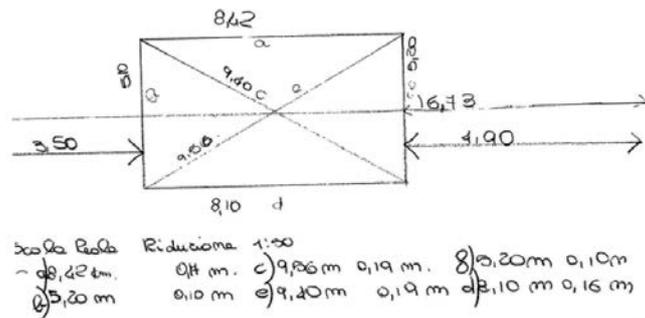


Figura 6. Il progetto

È stato chiesto agli alunni di ipotizzare possibili soluzioni progettuali (disegni) in seguito sottoposte al vaglio dell'Amministrazione Comunale, proprietaria dell'area interessata. Dal punto di vista scientifico, dopo aver analizzato le caratteristiche principali del terreno destinato alla piantumazione, i ragazzi sono stati invitati ad osservare direttamente il suolo che, una volta sondato, è risultato non adatto alla coltivazione, perché troppo compatto. Si è ritenuto, quindi, necessario trasferirvi uno strato di terra fertile, resa fine da un "motocoltivatore"; dopo un periodo di assestamento, si è provveduto ad una nuova osservazione sulla base di una tabella creata insieme, di seguito indicata:

	Terra in superficie	Terra in profondità
Colore		
Aspetto granulare omogeneo		
Aspetto granulare eterogeneo		
Sensazione al tatto		
Presenza di vegetali		
Presenza di animali		

Tabella 1. Criteri per la valutazione del terreno

Inoltre, attraverso semplici esperienze di laboratorio, opportunamente documentate dagli alunni, è stata determinata la presenza di acqua, di aria e calcare nel terreno (Figura 7).

RELAZIONE DI SCIENZE

VERIFICA ARIA

MATERIALE UTILIZZATO

- Campione di terreno
- Un cilindro graduato
- Un misurino graduato
- Acqua

PROCEDIMENTO

Dopo aver versato nel cilindro 100 cm³ di campione di terreno (V₁), abbiamo aggiunto 100 cm³ di acqua (V₂), quindi abbiamo osservato il misurino (V₃).

OSSERVAZIONI

Noi pensavamo che il volume del misurino fosse V₁ + V₂ = V₃ (acqua + terreno)
 100 cm³ + 100 cm³ = 200 cm³

Improvvisamente notiamo che, mentre l'acqua scivola, il terreno si foracchia in superficie delle piccole bollicine d'aria, pertanto V₃ non corrisponderebbe al semplice, partizionato, ma era di 160 cm³.

CONCLUSIONI

Le bollicine d'aria indicano che l'acqua si è penetrata tra le particelle di terreno e ha preso per il posto dell'aria che c'era prima nel suolo.

Figura 7. Relazione di Scienze

La parte senza dubbio più coinvolgente per i ragazzi è stata la creazione dell'orto nelle varie fasi: delimitazione dell'area con cordoli di marmo forniti gratuitamente da una ditta locale e messi in opera dai dipendenti del Comune; sistemazione di lastre dello stesso materiale all'interno per tracciare percorsi adatti al calpestio e la piantumazione di alcune specie aromatiche, cresciute in laboratorio in semenzai.



Figura 8. Gli studenti all'opera nel giardino della scuola ...



Figura 9. ... con ottimi risultati

Verifica, valutazione, monitoraggio

Per la verifica dell'attività svolta gli alunni sono stati guidati, con opportune domande e con l'ausilio di parole chiave, a presentare le varie fasi di lavoro per acquisire consapevolezza del percorso svolto, cercando di indicare le difficoltà incontrate e giustificando le scelte effettuate; ciò ha dato modo agli insegnanti di poter raccogliere informazioni per valutare non solo il percorso di apprendimento di ciascun ragazzo, ma anche l'efficacia degli interventi e delle strategie e utilizzate. Rilevanti, ai fini di una valutazione conclusiva, oltre al materiale prodotto, sono risultati anche l'interesse e la motivazione manifestati durante le varie fasi di lavoro.

Osservazioni conclusive

La validità del progetto è emersa dalla concretezza delle attività svolte (laboratori, uscite, lavoro sul campo, ricerca ...); gli studenti, infatti, si sono avventurati in "sentieri poco battuti", vivendo un'esperienza altamente formativa: maneggiare strumenti e materiali, progettare soluzioni a partire da un problema reale, concretizzare quanto ideato, gestire uno spazio ben definito, analizzare dati. Ciò ha dato la possibilità anche agli alunni "più deboli" di acquisire dei contenuti attraverso un metodo operativo che li ha resi protagonisti, creando le basi per un rapporto "più maturo" con la natura, fatto non solo di rispetto, ma anche di cura e impegno costanti.

La proposta è risultata rilevante anche dal punto di vista linguistico, poiché lo sforzo di verbalizzare in modo chiaro e corretto l'attività ha spinto gli allievi ad utilizzare termini specifici ed appropriati, arricchendo il loro vocabolario personale. Inoltre, le dinamiche instaurate durante i laboratori sono state utili per migliorare le capacità relazionali dei singoli: lavorare insieme significa confrontare le idee, "tollerare" le opinioni altrui, condividere scelte in vista di un obiettivo comune, giustificare le proprie posizioni, eventualmente dissentire da ciò che pensano gli altri attraverso una critica costruttiva, aiutarsi reciprocamente in un clima di fattiva collaborazione. Come educatori non possiamo evitare di riflettere su questi aspetti importanti se vogliamo formare persone capaci di vivere in un contesto sociale, caratterizzato da relazioni non sempre facili, dove la cooperazione, secondo forme diverse, diventa necessaria.

L'ideazione delle mappe concettuali per promuovere l'apprendimento significativo: Un'intervista a Joseph D. Novak

Liberato Cardellini

Università Politecnica della Marche, Via Brecce Bianche, 12 - 60131 Ancona

e-mail: l.cardellini@univpm.it

La carriera del professor Novak nell'insegnamento si estende per oltre quarant'anni; ora è professore

Bibliografia

- 1.
- 2.
- 3.

L'ideazione delle mappe concettuali per promuovere l'apprendimento significativo: Un'intervista a Joseph D. Novak

Liberato Cardellini

Università Politecnica della Marche, Via Brecce Bianche, 12 - 60131 Ancona
e-mail: l.cardellini@univpm.it

La carriera del professor Novak nell'insegnamento si estende per oltre quarant'anni; ora è professore emerito di Education e Biologia alla Cornell University, visiting senior scientist all'University of West Florida, Institute for Human and Machine Cognition, e presidente della Joseph D. Novak Knowledge Consultants, Inc. La sua bibliografia conta 26 libri tra questi, *Learning how to learn* [1], tradotto in 9 lingue, di 29 capitoli in libri e oltre 100 articoli, inoltre suoi contributi sono pubblicati in 30 opere di altri autori. È consulente di alcune società, enti federali e di oltre 400 scuole e università negli U.S.A. e all'estero. Nel 1995, il Professor Novak si è dimesso dall'insegnamento attivo alla Cornell University e collabora con grandi società in progetti di ricerca e sviluppo per costruire e diffondere conoscenze e informazioni con l'uso delle mappe concettuali.



Liberato Cardellini: Come e perché è diventato un insegnante?

Joseph D. Novak: Da bambino avevo sviluppato in qualche modo la convinzione che il mondo potrebbe diventare un posto migliore e volevo trovare una maniera per contribuire a realizzare questo desiderio. Pensavo che sarei potuto diventare un inventore, poiché armeggiavo sempre con le cose. Quando ho cominciato l'università, seguivo un corso di studi di matematica e consideravo il campo della formazione secondaria. Ma al secondo anno, ho dovuto riconoscere che mentre avevo una *comprensione concettuale* delle scienze, la mia matematica si basava principalmente sulla *conoscenza procedurale* e non ho desiderato di provare a tornare indietro e imparare di nuovo la matematica da una prospettiva concettuale.

Così ho optato per diventare un insegnante di scienze. Dopo un anno di tirocinio nell'insegnamento delle scienze nella scuola secondaria, rendendomi conto che *il sistema* dell'istruzione era soffocante e un insegnante avrebbe avuto poca probabilità di cambiarlo, ho accettato con entusiasmo un posto nel Dipartimento di Botanica all'Università del Minnesota. Presto, tuttavia, mi convinsi che "per cambiare il mondo" avrei potuto fare di più come insegnante che come botanico. Con grande delusione dei miei professori di botanica, ho deciso di specializzarmi nella formazione, mentre continuavo a studiare per la laurea e facevo un po' di lavoro di ricerca nelle scienze, una necessità per continuare il mio rapporto con il dipartimento di botanica.

L'insegnamento delle scienze all'università mi piaceva e intanto, benché frustrato da gran parte del lavoro nel corso di scienza dell'educazione, persistevo nel mio obiettivo di provare a trovare maniere migliori per istruire la gente. Ancora oggi nel mio insegnamento e nel lavoro di ricerca provo a trovare vie migliori per aiutare ad imparare come imparare.

Come e quando è nata l'idea delle mappe concettuali?

Uno dei miei primi obiettivi all'inizio della mia carriera era di condurre ricerche sulle modalità di apprendimento, in particolare quelle riferite all'apprendimento delle scienze. Al contrario delle convinzioni popolari del lavoro di Piaget che indicavano che i bambini non potevano operare col pensiero a livello "operativo formale", avevo notato, nei miei bambini e nei miei studi dei bambini della scuola elementare, evidenze che i bambini potevano afferrare ed usare concetti molto astratti, compresi alcuni concetti scientifici come l'energia e la natura della materia.

Ciò di cui avevano però bisogno era di istruzioni sistematiche che riguardavano questi concetti scientifici, di opportune esperienze guidate in modo appropriato e dell'introduzione attenta al linguaggio scientifico. Abbiamo scelto di usare *istruzioni audio-tutoriali* [2] per insegnare i concetti di base delle scienze ai bambini delle prime classi (età 6-8 anni). Con interviste periodiche – che, meno sistematicamente, sono proseguite fino al termine degli studi secondari (età 17-18 anni) – abbiamo monitorato i cambiamenti nella loro comprensione dei concetti scientifici.

Inoltre abbiamo seguito un gruppo di bambini delle stesse scuole che non avevano utilizzato le istruzioni audio-tutoriali. Presto siamo stati sopraffatti dalle schede delle trascrizioni delle interviste per cui era necessario trovare un metodo più semplice ed efficace per rappresentare la comprensione dei bambini e per osservarne i cambiamenti. Siamo così giunti all'idea di rappresentare i dati delle interviste come una struttura gerarchica di concetti e di proposizioni. Ecco come, nel 1972, sono nate ciò che abbiamo chiamato mappe concettuali. I dettagli dello studio, esteso per quasi 20 anni, dallo sviluppo iniziale alla pubblicazione finale, sono documentati nella letteratura [3].

Quando gli studenti che avevano ricevuto l'istruzione audio-tutoriale nelle classi I e II sono stati paragonati agli studenti che non avevano ricevuto questa istruzione nelle prime classi, abbiamo rilevato differenze molto significative della comprensione del concetto della natura particellare della materia e questa differenza cresceva durante il percorso scolastico.

Prima di parlare delle mappe concettuali, potrebbe chiarire che cosa intende con "concetto" e spiegare come questo termine differisce dalle idee di altri autori?

Definisco i concetti come il risultato di una regolarità (o pattern) percepita negli eventi o negli oggetti, o ricordi di eventi o di oggetti, rappresentate da un'etichetta (label). Quando colleghiamo i concetti con appropriati connettivi verbali, formiamo asserzioni o "proposizioni" che descrivono alcuni aspetti della "realtà", sociale o naturale. La maggior parte degli autori di altre forme di rappresentazione della realtà non hanno enunciato chiaramente i concetti o le proposizioni, che io considero invece come i mattoni per la costruzione di tutta la conoscenza. Altri mostrano "nodi" collegati ad altri "nodi", ma i collegamenti non definiscono le relazioni fra i "nodi"; e inoltre i "nodi" non sono sempre ciò che io definisco un concetto né sono organizzati gerarchicamente.

Le mappe concettuali come si rapportano ad altre forme di apprendimento?

Fin dal loro sviluppo iniziale, le mappe concettuali sono state usate per rappresentare la conoscenza virtualmente in ogni disciplina [4], compresa la matematica, il ballo, la poesia, gli sport, la storia, ecc. Poiché credo che ogni forma di apprendimento sia radicata nelle strutture dei significati che l'individuo sviluppa, le mappe concettuali sono rilevanti per tutto l'apprendimento. Nell'apprendere delle abilità, sia mentali che

manuali è necessaria la pratica, ma questo processo è facilitato quando gli individui hanno una buona comprensione concettuale delle abilità. In modo simile, l'apprendimento visivo – ad esempio come riconoscere gli uccelli, ricordare informazioni da foto, ecc. – viene facilitato se accompagnato da una adeguata comprensione concettuale, a sua volta rafforzata anche dalle esperienze fisiche o visive. Molti studi mostrano i vantaggi delle mappe concettuali in chimica [5-9] e nel laboratorio di chimica [10-13].

Quali relazioni esistono tra mappe concettuali e intelligenza?

Se "l'intelligenza" è definita come il punteggio ottenuto in un test scritto sul quoziente d'intelligenza, allora la qualità delle mappe concettuali si correla scarsamente con questa definizione. Se "l'intelligenza" viene definita come capacità di applicare la conoscenza alla soluzione dei problemi in situazioni nuove, allora la qualità delle mappe concettuali si correla altamente con questo genere di "intelligenza" [14]. Una ragione per cui la gente può comportarsi intelligentemente in una certa area e stupidamente in un'altra è che l'intelligenza è limitata a quelle aree dove abbiamo sviluppato strutture ben organizzate di conoscenza ed anche di abilità metacognitive. Che la gente differisca sia nella propria capacità innata che nelle esperienze necessarie a sviluppare tali strutture ed abilità in aree differenti conduce a ciò che Howard Gardner chiama "intelligenze multiple" [15]. Tuttavia, anziché le 7 o 8 "intelligenze" identificate da Gardner, ci sono probabilmente altrettante "intelligenze" quante sono le aree in cui gli individui possono sviluppare potenti strutture della conoscenza collegate con le abilità delle mani e degli occhi e ogni fattore emozionale associato.

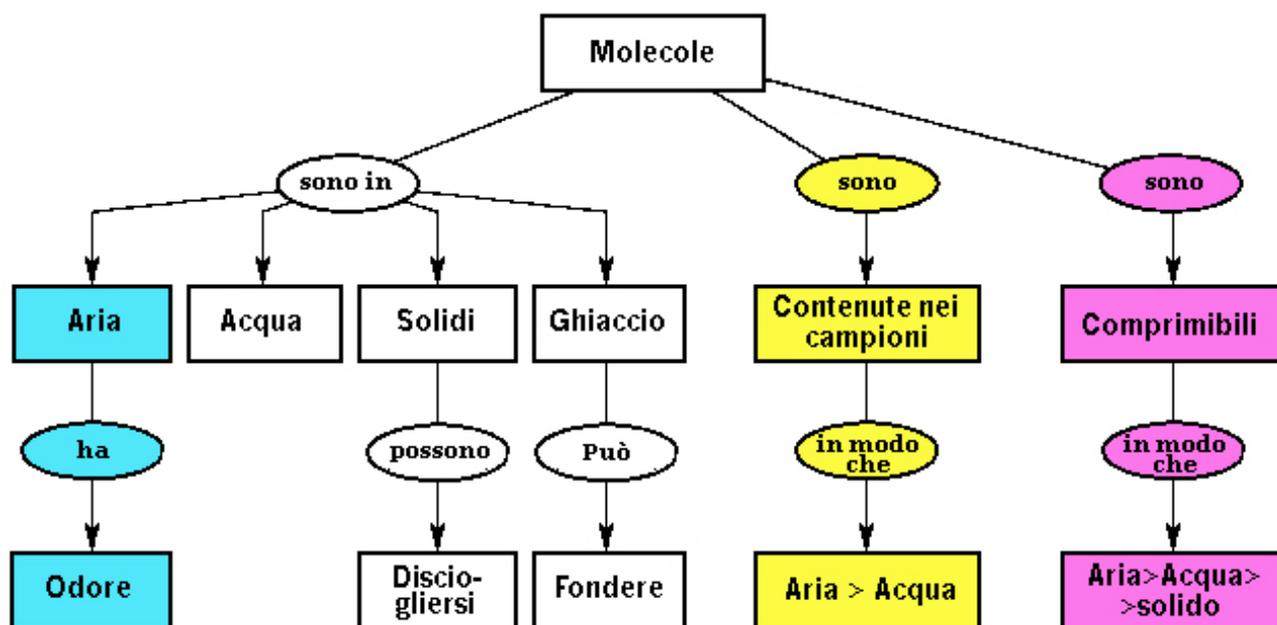


Figura 1. Mappa concettuale disegnata dall'intervista con Amy. Al tempo dell'intervista Amy aveva sette anni

Le mappe concettuali come possono essere usate per mostrare ciò che lo studente sa?

Se vengono usate prima della lezione, le mappe concettuali possono mostrare la conoscenza che uno studente possiede, e ciò può servire per ancorare nuovi concetti e proposizioni. Le mappe concettuali possono anche rivelare le idee sbagliate (*misconoscenze*) che lo studente ha e che possono influenzare negativamente i nuovi concetti che ad esse vengono collegati.

La Figura 1 mostra un mappa concettuale disegnata dall'intervista con una bambina di sette anni e che tratta della natura della materia. Risulta che mentre Amy ha acquisito alcuni concetti di base e proposizioni, la sua conoscenza è anche sbagliata. Pensa che le molecole siano "comprimibili" in modo diverso secondo la successione aria > acqua > solido. Crede scorrettamente che un provino pieno di aria contenga più molecole del corrispondente di acqua ed identifica l'aria con l'odore (dalle palline di naftalina usate nell'intervista). Tuttavia, Amy ha acquisito della conoscenza dalle lezioni audio-tutoriali che ha studiato ed ha le basi per lo sviluppo di una conoscenza migliore sulla natura della materia.

Può offrire suggerimenti utili per la costruzione delle mappe concettuali?

Abbiamo trovato che è utile cominciare identificando una "domanda focale" che ci guida nella costruzione della mappa circa un certo evento, argomento di un testo, o problema da risolvere. Per esempio, potremmo chiedere: Quali condizioni sono necessarie affinché l'acqua incominci a bollire? Poi identifichiamo (sia individualmente, che in gruppo) 15 – 20 concetti che siano pertinenti per rispondere a questa domanda e li ordiniamo dal più importante, più generale, a quello meno importante, più specifico. Cominciamo la mappa dal concetto generale e poi lo colleghiamo a due o tre concetti meno generali utilizzando parole adatte a formare delle proposizioni. Continuiamo ad aggiungere altri concetti e a costruire altre proposizioni, formando una gerarchia, ristrutturando la mappa mentre continuiamo ad aggiungere chiarezza e precisione alle proposizioni nella nostra mappa.

Infine cerchiamo i "collegamenti incrociati" o le relazioni fra i concetti presenti in sezioni differenti della mappa, dato che i collegamenti incrociati possono rivelare intuizioni che possono aiutare nel rispondere alla domanda iniziale. Mentre la mappa viene elaborata e ulteriormente raffinata possono essere ancora aggiunti altri concetti e proposizioni.

Lei pubblicizza ampiamente le mappe concettuali; quanto sono realmente usate?

Da quando, all'inizio degli anni 70, abbiamo segnalato il valore didattico delle mappe concettuali per l'insegnamento e l'apprendimento, c'è stato un processo lento, tuttavia sempre in aumento, di approvazione e di impiego delle mappe concettuali in libri di testo, guide di studio, libri sui metodi per insegnare e più recentemente in pubblicazioni che si occupano della conoscenza esperta, in ambienti governativi e in grandi organizzazioni aziendali. Uno di questi progetti è stato messo a punto dalla NASA ed è accessibile in linea all'indirizzo <http://cmex.arc.nasa.gov/CMEX/Map%20of%20Maps.html>. La descrizione di un altro progetto focalizzato sulla varietà degli usi delle mappe concettuali, promosso dalla marina degli Stati Uniti, è visibile all'URL <http://www.ihmc.us/research/projects/Cmaps/>. Il software CmapTools per costruire le mappe concettuali è disponibile gratuitamente (per impieghi non commerciali) all'URL <http://cmap.ihmc.us/>; questo software è stato scaricato da utilizzatori di oltre 140 paesi diversi.

Le mappe concettuali, specialmente se costruite usando il software CmapTools, sono ideali per l'apprendimento a distanza e vengono sempre più utilizzate in questi programmi, compresi i moduli di insegnamento a distanza usati dal personale della marina degli Stati Uniti.

Quali sono i vantaggi dell'apprendimento significativo, che lei distingue nettamente dall'apprendimento mnemonico?

L'apprendimento a memoria è per definizione immagazzinamento arbitrario e non-sostanziale di conoscenza in una struttura cognitiva, senza lo sforzo da parte dello studente di integrare la nuova conoscenza con la conoscenza rilevante precedentemente acquisita. Questo genere di apprendimento può presentare alcuni vantaggi quando la valutazione richiede il richiamo letterale delle informazioni o di specifiche definizioni. Poiché questo è spesso il caso in molta della valutazione sommativa nella scuola, gli studenti tendono ad imparare a memoria. Soltanto l'apprendimento significativo richiede l'integrazione della nuova conoscenza con quella esistente e così soltanto l'apprendimento significativo può portare allo sviluppo di strutture della conoscenza più potenti e contrastare le misconoscenze possedute [16]. Soltanto l'apprendimento significativo permette il trasferimento di conoscenza in ambiti diversi e sostiene lo sviluppo progressivo di abilità nell'affrontare e nel risolvere nuovi problemi. Quest'ultima abilità è fondamentale nel mondo reale.

Ho utilizzato questo strumento nel mio insegnamento e ho notato che alcuni studenti hanno difficoltà nel fare le mappe. Perché?

Anche se per natura tendiamo ad apprendere in modo significativo, le pratiche della scuola incoraggiano troppo spesso ad imparare a memoria e molti studenti si abituano a questo tipo di apprendimento. Fare mappe concettuali richiede che lo studente cerchi di sviluppare la comprensione dei concetti chiave e delle relazioni tra essi—di imparare in modo significativo. La ricerca ha mostrato che coloro che imparano a memoria all'inizio hanno difficoltà, anche se non ho mai trovato una persona che non abbia potuto costruire delle buone mappe concettuali dopo opportune istruzioni, pratica e suggerimenti costruttivi. Il tempo richiesto per fare questo cambiamento varia con gli individui, tuttavia, con suggerimenti adatti, raramente sono necessarie più di tre o quattro settimane di pratica. Può aiutare

l'utilizzo del software CmapTools, che permette la costruzione delle mappe concettuali sia individualmente che in gruppo, in modo sincrono o asincrono, in presenza o a distanza, ove esista un accesso ad Internet.

Abbiamo avuto studenti di scuole elementari di paesi lontani che lavoravano con successo in rete per costruire mappe concettuali in collaborazione, condividendo non soltanto le conoscenze specifiche ma anche le differenze culturali che arricchiscono il processo di apprendimento [17]. La nuova tecnologia per la creazione delle mappe concettuali sviluppata all'University of West Florida, Institute for Human and Machine Cognition (<http://www.ihmc.us/>) permette la facile costruzione di ottime mappe concettuali, facilitando così l'apprendimento, l'acquisizione di conoscenze e la creazione e la condivisione delle loro strutture, particolarmente quando vengono utilizzate con Internet.

Lei ha coniato il termine "costruttivismo umano" (human constructivism). In che cosa differisce da altre forme di costruttivismo?

von Glasersfeld ha descritto ciò che ha chiamato "costruttivismo triviale" e "costruttivismo radicale" [18]. Il costruttivismo triviale riconosce che ogni persona che apprende deve costruire personalmente il significato della conoscenza; e quindi gli insegnanti non possono "dare" la conoscenza agli allievi. Fondamentalmente è un'idea *psicologica*. Il "costruttivismo radicale" ritiene invece che la nostra interpretazione degli eventi e degli oggetti sia controllata dai concetti che già possediamo; dato che la conoscenza evolve col tempo, nuove risposte possono emergere dall'osservazione degli stessi eventi o oggetti. La storia della scienza è piena di tali esempi. Il costruttivista radicale non trova interesse quando si hanno tutte le risposte "giuste". Le idee del costruttivismo provengono dalla teoria della conoscenza e dovrebbero essere riconosciute in relazione con essa, ma anche distinte dal punto di vista psicologico.

Il mio "costruttivismo umano" tenta di fondere i due punti di vista riconoscendo che imparare in modo significativo richiede sia la costruzione individuale di nuova conoscenza sia l'avanzamento della comprensione in una disciplina che deriva dal progresso individuale e collettivo nello sviluppo di significati più completi e più precisi degli eventi e degli oggetti osservati. Inoltre, riconosco che i sentimenti (feelings) svolgono un ruolo importante nella ricerca del significato e che pensieri, sentimenti e azioni sono tutti coinvolti nel processo di costruzione di nuovo significato. Poiché il mio punto di vista integra sia il processo psicologico di ricerca del significato che quello epistemologico della creazione di nuova conoscenza in una disciplina, vedo il "costruttivismo umano" come più completo e anche più parsimonioso delle altre forme di costruttivismo [19]. La Figura 2 riassume la mia teoria dell'istruzione in una mappa concettuale.

"Riconciliazione integrativa" e "apprendimento sovraordinato" sono alcuni termini utilizzati nei suoi scritti. Potrebbe chiarirne il significato?

Poiché l'apprendimento significativo progredisce e nuovi concetti e proposizioni vengono integrate nella struttura conoscitiva, alle volte sorge qualche confusione che deve essere chiarita. Per esempio, uno studente può imparare che una mole di una certa sostanza è sempre formata dallo stesso numero di molecole, ma moli di composti differenti possono avere masse molto differenti. Lo studente deve integrare le idee di pesi atomici differenti, di numeri differenti di atomi in composti simili e quindi di pesi molecolari differenti per differenti, anche se simili, composti. Mentre lo studente integra gradualmente i significati di peso atomico, peso molecolare, moli, volume molare e concetti ed esperienze ad essi collegati, forse anche con esperienze di laboratorio, avviene una riconciliazione integrativa e le distinzioni e le relazioni fra i suddetti concetti diventano chiari, i precedenti conflitti dei significati sono risolti e viene formata una struttura cognitiva coerente. È avvenuta la riconciliazione integrativa dei significati dei concetti e delle proposizioni ad essi collegati.

Gran parte dell'apprendimento significativo progredisce con il processo di *inclusione*, dove i concetti più generali, più astratti, includono gli esempi che illustrano variazioni dello stesso concetto generale. Ad esempio, quando si impara che l'acido solforico, l'acido acetico ed altri esempi di acidi sono donatori dell'ione idrogeno, caratteristica di ciò che chiamiamo un acido, questa sarebbe un'illustrazione di apprendimento inclusivo. Alle volte, tuttavia, viene appreso un nuovo concetto più generale e più inclusivo e questo allora include i concetti esistenti in una struttura conoscitiva e conferisce loro nuovi significati. Per esempio, quando viene introdotto il concetto di entropia per spiegare perché le reazioni chimiche procedono, si acquisisce anche l'idea che è richiesta energia per ridurre l'entropia, o per aumentare l'ordine in un sistema e che buona parte della chimica può essere spiegata dall'idea di entropia, si ha cioè l'apprendimento sovraordinato del concetto di entropia.

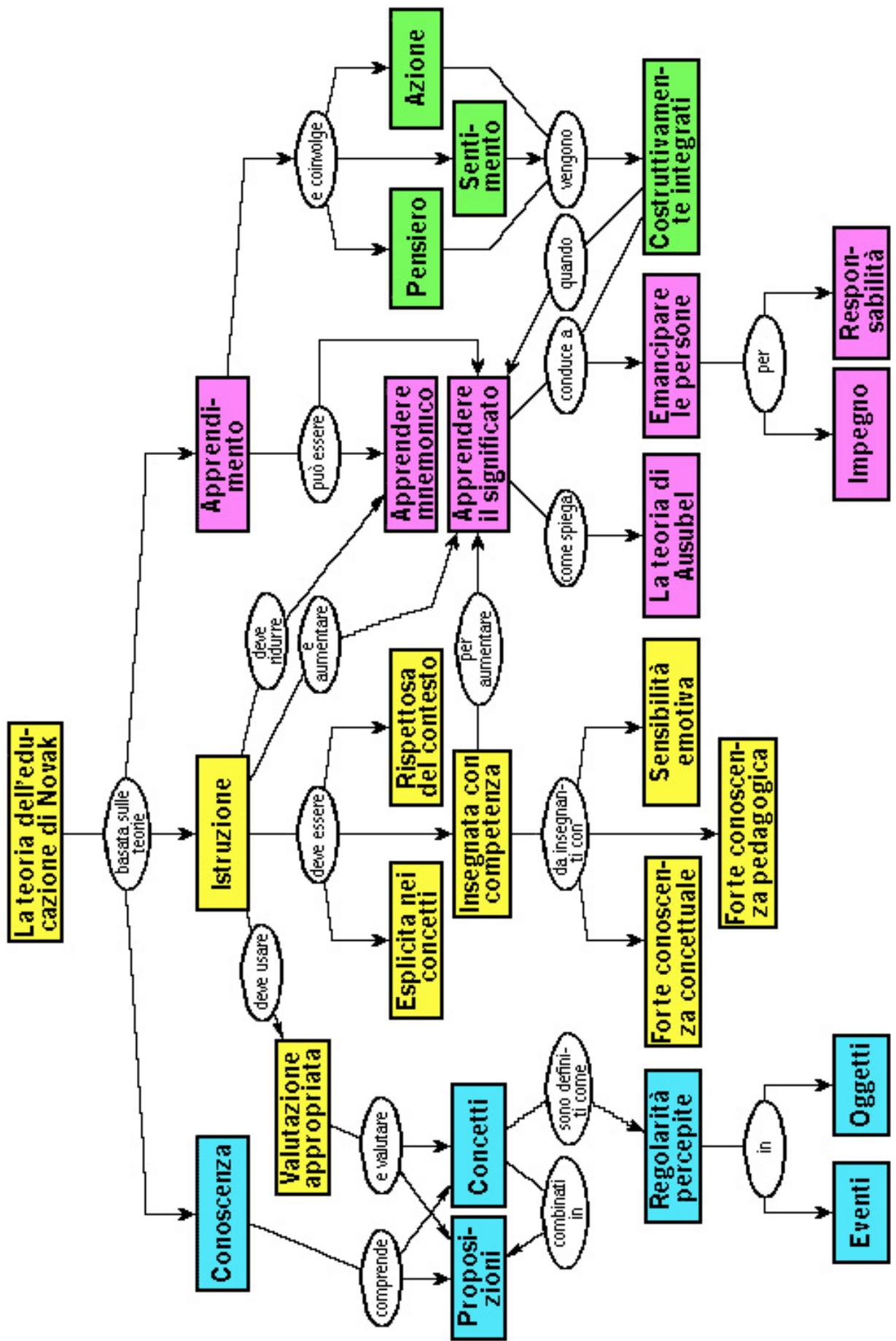


Figura 2. La teoria dell'apprendimento di Novak riassunta in una mappa concettuale

Non è facile insegnare in un modo che risulti questo genere di apprendimento sovraordinato e molti studenti completano il primo corso di chimica senza acquisire questo concetto. In un modo simile, molti studenti di biologia completano il loro corso acquisendo soltanto con una vaga idea del significato di evoluzione, anche se durante il corso il concetto viene richiamato in diverse occasioni. Una delle sfide che affrontiamo nelle scienze è aiutare gli studenti a capire le poche dozzine di concetti veramente sovraordinati che possono conferire un significato più profondo alle migliaia di concetti secondari che sono insegnati. Le mappe concettuali hanno dimostrato di facilitare l'apprendimento dei concetti sovraordinati [20].

Come può la sua teoria aiutare a risolvere il "paradosso dell'apprendimento" (21)?

Più di duemila anni fa, il filosofo Greco Zenone ha riconosciuto che ciò che possiamo imparare dipende da ciò che sappiamo. Ma se questo è vero, come possiamo imparare nuove cose? Questo è conosciuto come il "paradosso di Zenone". Ciò che Zenone non considera è che gli esseri umani possono vedere nuove regolarità negli eventi e negli oggetti, o nei ricordi di eventi o di oggetti, e che possono usare il linguaggio per identificare queste regolarità e per collegarle ad altre regolarità. In breve, non è riuscito a capire come ciò che Ausubel chiama "l'apprendimento per scoperta" [22], possa condurre alla formazione di nuovi concetti, e questo è appunto il processo con cui i bambini piccoli acquisiscono i loro primi concetti. Una volta che una struttura di concetti elementari si è sviluppata, può essere usata per acquisire nuovi concetti e significati proposizionali. Ecco perché abbiamo le scuole e le università. Zenone — e troppe altre persone — non hanno capito il processo di apprendimento significativo.

Lei lavora anche con grandi società. Quali sono le analogie fra la scuola e l'industria?

Come ho precisato in un mio libro [23], le grandi società devono mettere in grado i loro dipendenti di migliorare nell'apprendimento significativo. C'è una grande pressione concorrenziale globale affinché le multinazionali cambino la maniera in cui fanno le cose, ma io ed altri abbiamo trovato che le aziende possono essere resistenti alle nuove idee e metodi quanto le scuole e le università. Tuttavia, alcune aziende ritengono che possa derivare del profitto dal mettere in grado i propri dipendenti di usare queste idee e questi strumenti. Ciò potrebbe costituire un modello e diffondersi velocemente, data la natura di concorrenza globale e di nuove possibilità tecnologiche per la comunicazione di queste idee. Il lavoro che attualmente sviluppiamo con l'industria dell'energia elettrica può costituire un esempio di uso efficace delle mappe concettuali nelle grandi società per la rappresentazione della conoscenza esperta, per lo sviluppo di migliori programmi *di formazione* (non addestramento) per gli impiegati e facilitare l'applicazione creativa della conoscenza.

Perché le multinazionali trovano così utili le mappe concettuali?

Virtualmente tutto il lavoro nelle grandi società viene fatto da persone che lavorano in gruppo. Uno dei problemi del lavoro in team è quello di acquisire una visione comune su ciò che costituisce il problema e una sua comprensione *concettuale* condivisa. La mia esperienza con le grandi aziende e anche con enti governativi, è che le mappe concettuali possono essere enormemente utili per realizzare questa comprensione comune. Come dico nella mia teoria della formazione, "l'apprendimento significativo è il risultato dell'integrazione costruttiva del pensiero, dei sentimenti e dell'azione e che conduce alla consapevolezza per l'impegno e la responsabilità". Poiché questo determinerà nel prossimo futuro il successo o il fallimento delle aziende, le multinazionali ci possono aiutare ad introdurre le stesse idee ed azioni nelle scuole e nelle università.

Esiste un enorme divario fra ciò che ora sappiamo circa le strategie per migliorare l'apprendimento (e l'uso della conoscenza) e le pratiche attualmente utilizzate nella maggior parte delle scuole e delle aziende. Sono in corso progetti molto promettenti che possono contribuire a realizzare degli avanzamenti accelerati. Questi includono i progetti in scuole di tutti i gradi dell'istruzione in Colombia, Costa Rica, Italia, Spagna, Stati Uniti e i progetti di collaborazione con organizzazioni multinazionali e progetti di apprendimento a distanza. Finora i risultati sono stati incoraggianti e suggeriscono che forse ci stiamo muovendo da una fase di ritardo nell'innovazione educativa verso una fase di sviluppo esponenziale.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare queste persone per i consigli e suggerimenti che mi hanno dato per migliorare le domande di questa intervista e per l'assistenza durante l'intervista: George M. Bodner of Purdue University, West Lafayette, Indiana; Alex H. Johnstone of the University of Glasgow, Scotland; Ernst von Glasersfeld of the University of Massachusetts–Amherst, Amherst, MA; and Richard J. Shavelson of Stanford University, Stanford, CA.

Bibliografia

1. Novak, J. D.; Gowin, D. B. *Learning How To Learn*; Cambridge University Press: New York, 1984.
2. Postlethwait, S. N.; Novak, J. D.; Murray, H. T. Jr. *The Audio-Tutorial Approach to Learning*, 3rd ed.; Burgess: Minneapolis, MN, 1972.
3. Novak, J. D.; Musonda, D. *American Educational Research Journal* **1991**, *28*, 117–153.
4. Novak, J. D. *J. Res. Sci. Teach.* **1990**, *27*, 937–949.
5. Novak, J. D. *J. Chem. Educ.* **1984**, *61*, 607–612.
6. Cullen, J. J. *J. Res. Sci. Teach.* **1990**, *27*, 1067–1068.
7. Ross, B.; Munby, H. *Int. J. Sci. Educ.* **1991**, *13*, 11–23.
8. Wilson, J. M. *J. Res. Sci. Teach.* **1994**, *31*, 1133–1147.
9. Regis, A.; Albertazzi, P. G.; Roletto, E. *J. Chem. Educ.* **1996**, *73*, 1084–1088.
10. Stensvold, M.; Wilson, J. T. *J. Chem. Educ.* **1992**, *69*, 230–232.
11. Pendley, B. D.; Bretz, R. L.; Novak, J. D. *J. Chem. Educ.* **1994**, *71*, 9–15.
12. Nakhleh, M. *J. Chem. Educ.* **1994**, *71*, 201–205.
13. Markow, P. G.; Lonning, R. A. *J. Res. Sci. Teach.* **1998**, *35*, 1015–1029.
14. Okebukola, P. A. *Educational Psych.* **1992**, *12*, 113–129.
15. Gardner, Howard. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences* (with a new introduction by the author), 10th anniversary ed.; Basic Books: New York, 1993.
16. Novak, J. D. *Sci. Educ.* **2002**, *86*, 548–571.
17. Cañas, A. J.; Ford, K. M.; Novak, J. D.; Hayes, P.; Reichherzer, T. R.; Suri, N. *The Science Teacher* **2001**, *68*, 49–51, April.
18. Smock, C. D.; von Glasersfeld, E. *Epistemology and Education—The Implications of Radical Constructivism for Knowledge Acquisition*; The University of Georgia Mathemagenics Program: Athens, Georgia, 1974; Research Report 14.
19. Mintzes, J. J.; Wandersee, J. H.; Novak, J. D., Eds. *Teaching Science for Understanding: A Human Constructivist View*; Academic Press: San Diego, CA, 1998; Portuguese Edition, Platano Edicoes Tecnicas: Lisboa, 2000; Mintzes, J. J.; Wandersee, J. H.; Novak, J. D., Eds. *Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View*; Academic Press: San Diego, CA, 2000; Chapter 13.
20. Cullen, J. F., Jr. *Concept Learning and Problem Solving: The Use of the Entropy Concept in College Teaching*. Doctoral dissertation, Cornell University, Ithaca, NY, 1983.
21. Pascual-Leone, J. *Constructive Problems for Constructive Theories: The Current Relevance of Piaget's Work and a Critique of Information Processing Simulation Psychology*. In *Developmental Models of Thinking*; Kluwe, R.; Spada, H., Eds.; Academic Press: New York, 1980; p 284.
22. Ausubel, David P. *Educational Psychology, A Cognitive View*; Holt, Rinehart and Winston, Inc.: New York, 1968.
23. Novak, J. D. *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*; Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, NJ, 1998.

Nota. L'intervista è stata pubblicata dal Journal of Chemical Education: L. Cardellini, Conceiving of Concept Maps To Foster Meaningful Learning: An Interview with Joseph D. Novak. *Journal of Chemical Education*, 2004, *81* (9), 1303-1308.

La traduzione italiana autorizzata è stata pubblicata su IS Informatica & Scuola: L. Cardellini, Joseph Novak racconta. *IS Informatica & Scuola*, **2005**, *13* (3-4), 42-47.

Progetto Marketing: diventiamo imprenditori

Francesca Foresi

I.I.S. "Corridoni Campana", Osimo, Ancona
e-mail: francescamaria.foresi@istruzione.it

Introduzione

Il progetto nasce inizialmente dall'esigenza di caratterizzare, fin dal secondo anno, l'indirizzo Amministrazione, Finanza e Marketing del nostro Istituto. A tale scopo in due classi seconde (38 studenti), si è scelto di incrementare il quadro orario di discipline di indirizzo quali economia aziendale e diritto di 1 unità oraria a settimana e di realizzare un modulo pluridisciplinare specifico per questo corso di studi denominato Progetto Marketing: gli alunni erano chiamati a diventare imprenditori creando un prodotto, curandone la confezione e la pubblicità. Il prodotto prescelto è stato il sapone per la pelle e ciò ha coinvolto la sottoscritta in qualità di docente di chimica. Altre discipline quali informatica, inglese, francese e italiano sono intervenute "in corso d'opera". Nella formulazione del progetto si è stabilito che le ore ad esso dedicate dovessero distinguersi da quelle curricolari per un diverso approccio agli argomenti trattati ed una diversa metodologia didattica che potenziasse le competenze più che le conoscenze. Obiettivo generale del progetto è stato infatti integrare i programmi curricolari con attività che avvicinasero gli studenti al mondo del lavoro e che privilegiassero il *saper fare* rispetto al *sapere* permettendo agli alunni di essere protagonisti attivi del processo di apprendimento.

Questo progetto è stato sviluppato con l'idea di mettere in pratica le idee del progetto europeo PROFILES, coinvolgendo in modo attivo gli studenti nel processo di apprendimento. [1] Il ricorso al cooperative learning ha permesso a ciascuno di contribuire alla realizzazione del lavoro in base alle proprie capacità rafforzando la collaborazione e l'autostima. [2] La realizzazione di un prodotto concreto ha permesso infine di potenziare le abilità manuali e di laboratorio.

Cos'è il sapone e come prepararlo

Dal punto di vista chimico, il sapone è il sale sodico di un acido grasso a lunga catena:

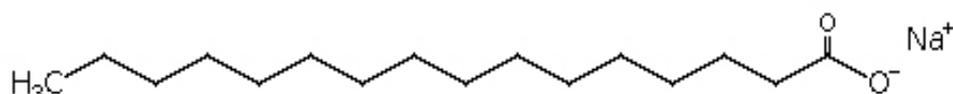


Figura 1. Formula chimica semplificata del sapone

Il sapone è costituito da una parte idrofila, il gruppo carbossilato ed una lipofila ossia la catena idrocarburica. Usando il sapone, i grassi si legano alle "code" apolari a loro volta unite alla "testa" ionica che è in grado di legarsi all'acqua. Quest'ultima scorrendo via trascina con sé le particelle di sporcizia.

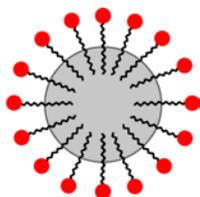


Figura 2. Rappresentazione di una particella di sporco e delle molecole di sapone

La saponificazione è la reazione di idrolisi di un trigliceride mediante una base che dà come risultato un alcool e i sali degli acidi carbossilici. Nel nostro caso i grassi dell'olio di oliva reagiscono con idrossido di sodio ottenendo glicerolo e sali di sodio che costituiscono il nostro sapone.

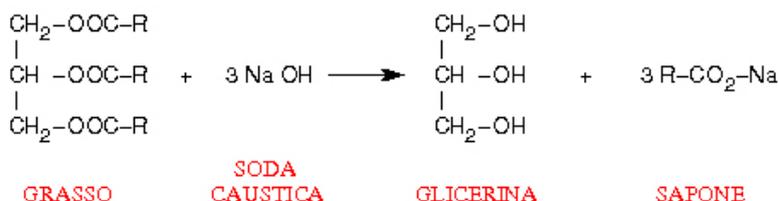


Figura 3. L'equazione chimica per la formazione del sapone

La ricetta base per un sapone di Marsiglia prevede:

- 1 kg di olio di oliva
- 128 g di soda caustica
- 300 g di acqua

A questi ingredienti si possono aggiungere

5/10 mL di oli essenziali da aggiungere al nastro, farina di riso o amido in piccole quantità per fissare l'essenza, coloranti, fiori di lavanda, camomilla etc. L'olio di oliva può essere sostituito in parte con altri grassi quali olio di cocco (favorisce la formazione di schiuma) e oli di semi, più economici, o con componenti nutrienti quali burro di karité e cera d'api. Dato il diverso contenuto di trigliceridi dei diversi grassi, la quantità di soda da utilizzare è variabile e può essere calcolata in base al coefficiente di saponificazione. Per il sapone per la pelle è bene effettuare una riduzione della quantità di soda del 5-6%: si lavora cioè con la soda come reagente limitante mantenendo, nella miscela finale, una parte dei trigliceridi che rendono il sapone più delicato per la pelle.

Per la realizzazione con metodo a freddo bisogna preparare una soluzione con la soda e farla raffreddare fino alla temperatura di 45-50°C. Nel frattempo si scalda l'olio alla stessa temperatura e poi si mescola il tutto utilizzando un frullatore ad immersione fino a che la miscela non assume una consistenza cremosa (fase del nastro). A questo punto si possono aggiungere essenze e coloranti e versare sapone negli stampi. Il prodotto deve essere isolato con un panno di lana perché rimanga caldo per 24-48 ore. Trascorso questo tempo, lo si pone a stagionare in un luogo fresco e asciutto per circa 6-8 settimane.

Il progetto

Chimica

La prima fase del lavoro è stata realizzata nel laboratorio di chimica per la preparazione del prodotto. In ogni classe sono stati creati gruppi di 4 o 5 studenti (scelti in base alla provenienza per agevolare il lavoro a casa) e ad ognuno è stato chiesto di condurre ricerche sulla composizione del sapone solido per la pelle. I risultati sono stati presentati in classe e l'insegnante ha colto l'occasione per illustrare la reazione di saponificazione, la struttura chimica del sapone ed il suo meccanismo di azione. Ogni gruppo ha poi iniziato

a delineare le caratteristiche del proprio sapone in termini di componente grassa (olio di oliva, di cocco, oli esausti ecc.), essenze, coloranti e formato. Si è infine passati alla fase operativa realizzando il prodotto in laboratorio. Sono state sperimentate sia la metodologia a freddo con soda caustica che quella con la lisciva (preparata a casa da un'alunna con l'aiuto della nonna). Alcuni gruppi hanno anche provveduto a lavorare di nuovo il sapone ottenuto effettuando lavaggi del prodotto triturato con acqua allo scopo di abbassarne il pH e per ottenere un impasto modellabile.

Durante l'attività di laboratorio, gli studenti hanno avuto modo di affrontare altri argomenti del programma di chimica quali i calcoli stechiometrici, la preparazione di soluzioni, la scala di pH e le neutralizzazioni. Alcuni hanno anche condotto, a casa, esperienze sull'estrazione delle essenze per infusione mentre un alunno ha tentato di realizzare un "distillatore domestico".

Diritto ed economia aziendale

Quasi contemporaneamente, nelle lezioni di diritto ed economia aziendale i docenti introducevano i principali concetti del marketing e le procedure necessarie alla commercializzazione di un prodotto competitivo. Sono stati presi in esame casi concreti e sono state svolte ricerche su brand molto conosciuti al fine di evidenziare le migliori pratiche per poter ripetere l'esperienza della vendita o marketing. Contestualmente si sono tenute lezioni sui marchi di produzione, i requisiti del marchio e le procedure di registrazione. Si è poi passati allo studio dei comportamenti del consumatore nell'acquisto di un prodotto e sono stati esaminati gli aspetti psicologici nelle scelte. Si è affrontato anche l'aspetto pubblicitario e la relativa normativa. L'argomento pubblicità è stato trattato anche dall'insegnante di inglese che ha guidato gli studenti ad un confronto tra i messaggi pubblicitari di paesi diversi.

Infine gli studenti sono stati chiamati a creare il proprio marchio e a predisporre una etichetta per il prodotto che rispettasse i termini di legge e dépliant illustrativi che illustrassero le proprietà dei saponi commercializzati. Il tutto è stato poi "revisionato" dall'insegnante di lettere e realizzato in laboratorio di informatica sotto la guida del docente di questa disciplina. Al termine del lavoro, ogni gruppo ha presentato il sapone creato realizzando perfino le confezioni in linea con le caratteristiche del prodotto. In occasione della manifestazione "La fiera della scienza", organizzata dal nostro Istituto, gli alunni hanno esposto i loro saponi e intervistato il pubblico proponendo un questionario, elaborato con l'insegnante di economia aziendale, volto a conoscere le esigenze del mercato ed il gradimento del prodotto.



Figura 4. Il sapone confezionato per la vendita



Figura 5. Dalla produzione ... alla vendita

A conclusione del progetto è stata organizzata una visita di istruzione ai laboratori Fragonard di Grasse in Provenza durante la quale i ragazzi hanno osservato da vicino le fasi di produzione di saponi e le metodologie di estrazione delle essenze. Per l'occasione, l'insegnante di francese ha preparato gli alunni con lezioni sulla terminologia in lingua specifica del settore. Un secondo questionario è stato elaborato, sempre dagli studenti, e somministrato agli alunni per valutare l'indice di gradimento del progetto.



Figura 6. Gli studenti in Provenza

Conclusioni

I risultati del questionario, il comportamento degli alunni, in classe e non, nonché i prodotti realizzati hanno dimostrato la validità del progetto svolto. L'interesse e la motivazione allo studio hanno subito un buon incremento tanto che molti ragazzi, benché pendolari, si sono più volte offerti di prolungare il tempo scuola per migliorare il prodotto, hanno dedicato più tempo del richiesto a ricerche in rete, hanno addirittura condotto esperimenti a casa sulla base di quanto discusso in classe. I gruppi si sono riuniti spesso, anche a casa, per discutere i vari aspetti del lavoro e realizzare le confezioni e ciò ha migliorato le relazioni di classe. Studenti di solito poco motivati allo studio hanno mostrato di gradire le modalità di lavoro adottate impegnandosi nel portare a termine i compiti assegnati e ottenendo migliori risultati anche nelle verifiche curricolari.

Gli alunni si sono comportati con correttezza e disinvoltura nelle fasi di ricerca e di contatto con il pubblico; i prodotti, i dépliant illustrativi ed il questionari relativo al sondaggio di opinione hanno ricevuti i complimenti di persone del settore. L'attività proposta ha, più o meno indirettamente coinvolto anche qualche familiare a cui gli alunni si sono rivolti per consigli e aiuti tanto che alcuni genitori chiedono se poi i saponi prodotti siano stati effettivamente messi in commercio. Altra considerazione positiva è che altri alunni, informati dai compagni, chiedono di ripetere l'esperienza fatta o comunque di essere coinvolti in attività analoghe.

Bibliografia

Hornsey, S. (2014). *How To Make Your Own Soap. In Traditional Bars, Liquid or Cream*. London: How to Books.

Science Education Reform in the United States

Eugene L Chiappetta

Professor Emeritus, Department of Curriculum and Instruction, University of Houston, USA

e-mail: elchia@uh.edu

Currently another science education reform is underway in the United States that is intended to better prepare students for the digital age. All citizens must be able to function in a world where they are able to understand science, engineering, and technology in their daily lives as well as in their work. The technological revolution that began many years ago has spread across the globe, and all societies must participate in order to thrive in a world economy. School science must take a significant role in the education and training of students for a "new world." In 2012, the National Research Council published a document that presented a framework for a new science education reform in the U.S., titled *A Framework for K-12 Science Education: Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The document outlines a new path for school science in grades kindergarten through high school that includes engineering. The committees that contributed to the framework are of the belief that students should learn about engineering and technology as well as basic science. The framework has been translated for school science by the National Science Teachers Association (2013) in the *Next Generation Science Standards*. Although science and engineering inform each other and overlap, in a strict sense, each has a different purpose.

Pure science seeks to understand nature – its characteristics and mechanisms. Engineering designs devices, products and system to benefit society. "A scientist studies what is; and an engineer creates what was never" (Petroski, 2010, p. 20). Often science is given credit for advances in society that should be given to engineering. Remember, engineering and technology have been around for as long as humans, and without the benefit of modern science. Just think of the massive structures that were built a few thousands of years ago in Egypt, China, Greece, and Italy without the benefit of science. Mason (1962, p. 503) states: "The technological innovations introduced into engineering and industry, generally up to 1850, were not greatly dependent upon the content of the science then known." In spite of the enthusiasm for the current science education reform, there are some challenges and problems that must be addressed in order for the reform to be successful. The two major challenges are: (a) what to teach, and (b) how to teach.

What to Teach

With any education reform come recommendations for new and different approaches to instruction. The current Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) movement carries the promise to implement a more interdisciplinary form of science teaching. This movement can take many forms, such as projects, cross-curriculum studies, thematic units, and community studies. With regard to engineering design projects, students can engage in constructing bridges, rockets, lighting systems, toys, robots, airplanes, software programs, and athletic apparel, just to name some. There is much to excite and interest students about school science and to advance their understanding and appreciation of science, engineering

and technology. However, planners and implementers of the reform should take note of potential problems and disappointments.

What to teach can be a problem for U.S. schools. In fact it is a problem. We know well that in the middle and secondary schools there is often too much content to teach in a given school year. State and local school district standards usually contain more information than most students can digest and science textbooks contain far too much material to cover in one year – let alone to teach for student understanding. Science textbooks are much more voluminous than those used in most Asian and European countries. As the American Association for the Advancement of Science (1990, p. xvi) stated many years ago:

The present curricula in science and mathematics are over stuffed and undernourished ... Some topics are taught over and over again in needless detail: some that are of equal or greater importance to science literacy – often from the physical and social sciences and from technology – are absent from the curriculum or are reserved for only a few students.

If science curricula are over stuffed today, what will happen when the U.S. attempts to include engineering and technology into school science programs? Who can argue against the benefits of a society that is more engineering and technologically literate? However, experienced educators who have observed many fads and ideas that have come and gone over the past 50 years can identify problems and hurdles with the current reform. For example, over the past half-century implementing inquiry-based teaching and learning has not been very successful. Some of the problems encountered with this reform are: science teacher understanding of inquiry, assessment of learning, time to implement highly engaging activities, materials and equipment to conduct laboratory exercises, facilities for hands-on learning, covering the traditional curriculum, disciplinary problems when students are active and working out of their seats, and administrators who are only interested in students passing tests. No doubt the current reform will experience these and other problems in its implementation.

One problem that is likely to accompany the current reform is with the curriculum. Consider the following questions:

1. What topics or activities will be included in each grade, kindergarten through 12, which focus on engineering as well as science?
2. Will there be separate engineering courses for elementary, middle, and high schools along with traditional science courses? Or
3. Will there be one or two activities inserted in each science textbook devoted to engineering and technology?

How to Teach

While most of the time, energy and money is likely to be spent on what will be taught about science, engineering and technology, the biggest problem with the current reform or any reform is the *teaching* that will take place in science classrooms. The teacher is the key to the success of any course. Therefore, the ability, education and training of science teachers is a critical element in the implementation of any course. All science teachers must first be competent teachers. These teachers must: possess many professional attributes, be proficient in the use of teaching skills, plan lessons around a variety of instructional strategies, and implement many learning and reinforcement techniques (Chiappetta & Koballa, 2010). Without science teachers who can possess professional attributes and demonstrate fundamental teaching functions, little progress will be made in STEM education.

Professional attributes are personal characteristics that teachers must possess to carry out their duties effectively in schools. Science teachers must be very knowledgeable about the subjects they teach in order to make it meaningful for students. Then they must be motivated to translate the subject in ways that students find relevant. Science teachers must also demonstrate their enthusiasm for teaching and a desire to help students learn, not just to “cover the material.” Without these and many other professional attributes that science teachers must possess, school science will most likely be dull and do a poor job of improving science education.

Teaching skills are actions that teachers should be proficient in using. In a well-planned lesson, the teacher should begin lessons that capture students' interest and provide an idea of what the lesson is about. The teacher should ask students many questions that are planned beforehand to engage their thinking. They should use a variety of teaching aides to present information and explain ideas, such as smartboards, whiteboards, handouts, posters, etc. In addition, teachers must plan to review what has been taught in order to reinforce what has been learned. All of this sounds rather routine and there is a belief that teachers can and do use teaching skills proficiently. I question this assumption.

Instructional strategies are the various ways in which a major segment of an entire lesson is approached. Further, they are what helps students make rich cognitive connections with what they know and what they are supposed to be learning. Lecture of course is one of the strategies to be used, but not over used. Demonstrations should be used frequently to provide concrete illustrations of important concepts and laws. Laboratory work is a necessary part of school science. Discussion and small-group work can be used to enhance learning. Reading and writing are necessary and should be used frequently. Science teaching can benefit greatly from the research that has been conducted in other disciplines to promote student learning. This is especially true in the language arts area where many strategies have been researched that advance student comprehension and expression of what they are expected to learn. A variety of instructional strategies must be used to provide a rich student-centered learning environment.

Techniques that enhance learning must be part of all course instruction because they help to reinforce student learning. These are skills that students must be taught. Note-taking and journaling should be used by all students. Writing summaries and short papers of important ideas must all be required. Constructing concept maps is another learning technique that students can use form a visualization of the ideas under study.

Conclusion

There is great interest in the new standards to promote STEM education in the U.S. The nation's leaders believe that it is necessary to produce a better-educated society, one that must function in a highly technological global economy. Everyone must be comfortable in the digital age in order to be employed and productive in the workplace. In order to accomplish this a great deal of money will be spent by national and state governments, and publishing companies and school districts. Much of the effort will go into *what to teach* – the science and engineering concepts to learn and the projects to undertake. Unfortunately, it is likely that very little time, effort and money will be spent on *how to teach* in the new era. Far too little attention will be paid to the professional attributes, teaching skills, instructional strategies, and learning techniques that can advance learning about science, engineering, and technology. This will be a costly mistake.

In planning for STEM education and implementing the new standards, Budgen (2012) contends that science teachers must bring into play their ability to engage students in certain instructional strategies in order to help them make important cognitive connections when carrying out engineering projects. Presenting students with projects and problems to solve will not necessarily ensure that all students will be excited about science and engineering. Most students will require some *direct* instruction, and be required to *read* and *write* about what they are expected to learn. Some students will want to be fed information and to get right answers rather than expend mental energy to figure out things for themselves. Also, many teachers are happy just presenting information and administering paper-and-pencil tests. The research of Budgen and the thesis of this article argues for spending more time and money on preparing science teachers for the reform, using what teacher educators have learned about teaching and learning.

Bruce Alberts (2013), editor-in-chief- of *Science* and former president of the National Academy of Sciences, stresses the importance of instruction in order to advance science education. He asserts that we need to incorporate the advice of outstanding full-time classroom teachers who have demonstrated how to teach students. Further, Alberts advises that college science course instruction needs to go beyond the traditional lecture that poorly models how science should be taught at all grade levels. Given what has been suggested in this article about STEM and new science standards, perhaps the current reform effort should place much more importance on teaching and learning than focusing primarily on what to teach.

References

- Alberts, B. (2013, April 19). Prioritizing science education. *Science*, 340, 249.
- Budgen, F. (2012). Focus on learning: Building rockets and submarines at Leaside High School In L. Rennie, G. Venville, & J. Wallace (Eds.), *Integrating science, technology, engineering, and mathematics: Issues, reflections, and ways forward* (pp. 12-23). New York: Routledge, Taylor & Francis.
- Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R., Jr. (2010). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- Mason, S. F. (1962). *A history of the sciences*. New York: Macmillan.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association. (2013). *Next generation science standards*. Arlington, VA: Author.
- Petroski, H. (2010). *The essential engineer: Why science alone will not solve our global problems*. New York: Alfred Knopf.

FAD: Formazione A Distanza per studenti lavoratori

Francesca Bazzoni, Luciano Scattolini

I.I.S. "B. Padovano", Senigallia-Arcevia, Via C. Battisti, 6 – Arcevia (AN)

e-mail:

Introduzione

L'istituzione scolastica, attraverso la comunicazione via web, può formare, offrire servizi agli studenti e alle famiglie, comunicare con il territorio e creare spazi collaborativi/cooperativi ancora inesplorati. Inoltre può favorire coesione tra le componenti, stimolando il senso di appartenenza a un'istituzione che, probabilmente, mostra oggi una grande necessità di modernizzazione, ormai ineludibile.

Formazione degli adulti

La crescente richiesta di formazione, legata alla necessità di riqualificarsi per immettersi nuovamente nel mondo del lavoro, è diventata ormai una necessità inderogabile cui la scuola pubblica riesce a fatica a dare risposta, complice la scelta ministeriale di limitare fortemente le scuole serali. Queste ultime richiedono fisicamente la partecipazione in presenza degli alunni, spesso lavoratori e con famiglie a carico, in orario serale, presenza peraltro in contraddizione con le esigenze del mondo del lavoro (piccoli artigiani, contratti di lavoro su più turni, etc.). Quindi una valida e concreta alternativa, una metodologia didattica innovativa che permetta a chi, non potendo sostenere la frequenza obbligatoria dei tradizionali corsi in classe ed avendo poco tempo a disposizione per motivi famigliari o lavorativi, può trovare un percorso personalizzato e flessibile che tenga conto delle esperienze lavorative, delle conoscenze pregresse e del tempo a disposizione.

Normativa Italiana

Comunicare via web è diventato per le scuole un preciso dovere, sancito dal Codice della Pubblica Amministrazione Digitale, dalla Legge n. 4 del 9 gennaio 2005 e il suo decreto applicativo (Decreto del Presidente della Repubblica, 1 marzo 2005, n. 75), dalle leggi sull'accessibilità dei siti (Decreto Ministeriale 8 luglio 2005), cioè sull'obbligo di facilitare la fruizione delle informazioni eliminando il più possibile ogni tipo di barriera (Circolare del Ministro della Funzione Pubblica, 13.03.2001). La C.M. 7809/1990 definisce il quadro generale di una nuova impostazione dei corsi serali nell'ambito dell'istruzione professionale introducendo alcune innovazioni fondamentali (poi riprese dalla C.M. 305/1997): superamento del concetto tradizionale di classe a favore di quello di classe aperta focalizzato sul concetto dell'insegnamento per fasce di livello omogenee articolazione dei programmi secondo un impianto modulare alleggerimento del quadro orario con riferimento a quelle discipline le cui finalità possano considerarsi già parzialmente o totalmente acquisite dal corsista.

La norma fondamentale tuttavia può essere considerata il Regolamento recante norme in materia di autonomia delle istituzioni scolastiche, che attribuisce alle Istituzioni Scolastiche autonome la facoltà di realizzare iniziative in favore degli adulti mediante il ricorso a metodi e strumenti specificamente progettati, "Le iniziative in favore degli adulti possono realizzarsi, sulla base di specifica progettazione, anche mediante il ricorso a metodi e strumenti di autoformazione e a percorsi formativi personalizzati. Per l'ammissione ai corsi e per la valutazione finale possono essere fatti valere crediti formativi maturati anche nel mondo del lavoro, debitamente documentati, e accertate esperienze di autoformazione. Le istituzioni scolastiche valutano tali crediti ai fini della personalizzazione dei percorsi didattici, che può implicare una loro variazione e riduzione." (Comma 4. Art. 9 "Ampliamento dell'offerta formativa" del Decreto del Presidente della Repubblica 8 marzo 1999, n. 275 (in SO 152/L della GU 10 agosto 1999, n. 186) Regolamento recante norme in materia di autonomia delle istituzioni scolastiche, ai sensi dell'art. 21 della legge 15 marzo 1997, n. 59.).

Strategia

Attualmente non esiste una normativa specifica che consenta un'efficace azione educativa sfruttando i moderni sistemi telematici; o meglio, mentre la modalità e-learning è prassi consolidata per l'istruzione universitaria (passaggio dalla criterio della frequenza obbligatoria all'acquisizione di crediti formativi), questo non accade per la scuola secondaria. Anzi, a fronte di un'incessante richiesta di formazione permanente si sta assistendo, paradossalmente, alla chiusura di tutti i corsi serali nelle varie scuole. Una sfida rilevante per l'educazione degli adulti consiste nell'erogazione di un servizio che allo stesso tempo soddisfi i bisogni del discente adulto, dia risposte di qualità alle esigenze del mercato del lavoro e della società e stimoli un'ulteriore domanda.

Il progetto FAD nell'Istituto Superiore B. Padovano di Senigallia è partito qualche anno fa, in modalità sperimentale presso la sede associata di Arcevia, ad opera del Prof. Luciano Scattolini (ora figura strumentale responsabile della FAD c/o lo stesso Istituto). A seguito della delibera del collegio, concernente questo progetto sperimentale e in accordo con quanto le normative attuali prevedono, sono stati inseriti sia nel corso meccanico che in quello socio sanitario un limitato numero di studenti adulti, tutti in possesso di contratto di lavoro o del certificato di disoccupazione, ed ovviamente tutti maggiorenni. Il percorso didattico dei soggetti all'interno dell'Istituto è stato articolato secondo la modalità seguente:

1. Lo studente lavoratore viene convocato dal tutor per un colloquio in cui si individuano le esperienze pregresse, sia formali che informali, e si formalizza la domanda di iscrizione alla classe individuata come idonea (seguendo il criterio dei percorsi serali, ovvero primo periodo, secondo periodo e 5 anno).
2. La domanda viene portata dal coordinatore di classe all'attenzione del consiglio che, una volta esaminata ed esaminato il suo percorso formativo individua le discipline che saranno oggetto di verifica integrativa, e ne stabilisce la data.
3. Si individuano le discipline eventualmente oggetto di esonero, in quanto gli obiettivi sono già stati raggiunti dall'alunno stesso, ad esempio nel caso di aspiranti già in possesso di un titolo di studio superiore.
4. Si comunica l'esito di tale incontro al candidato, insieme al calendario degli sportelli formativi attivati.
5. Si stabiliscono le date delle prove e le loro modalità.
6. Effettuate le prove, e nel caso di un loro esito positivo, si certifica l'ingresso dello studente FAD all'interno della classe stessa; lo stesso risulta esonerato dalla frequenza, pur avendo la possibilità di accedere alle lezioni diurne come un qualsiasi studente.
7. Per lo studente FAD si predispone un calendario degli sportelli permanenti di recupero e potenziamento, riferiti alla classe stessa.
8. Ogni docente definisce le modalità di verifica del raggiungimento degli obiettivi previsti dalla programmazione didattica, ne concorda con lo studente FAD tempi e metodi.
9. Alla fine di ogni quadrimestre, sulla base delle verifiche svolte, ogni docente delle discipline individuate dal consiglio stesso avrà modo di esprimere un giudizio.

La disponibilità di ore aggiuntive a quelle di cattedra da parte dei docenti coinvolti nelle discipline è fondamentale; in questo caso questo è stato parzialmente risolto attraverso l'utilizzo delle quote di

autonomia e di flessibilità. Infatti, a fronte di una scelta che ha trasformato le canoniche ore da 60 minuti in moduli didattici da 50 minuti per dare spazio alle attività di laboratorio, si sono formati dei moduli orari in cui i docenti dell'area comune venivano pagati senza svolgere attività di cattedra (circa 3 moduli didattici per ogni cattedra completa da 18 ore). Questo quindi ci ha permesso di generare degli sportelli didattici permanenti utilizzabili sia dagli studenti per attività di recupero e potenziamento che per analoghe lezioni dedicate agli adulti, utilizzabili sia come sportello vero e proprio che per attività di verifica in presenza. Resta tuttavia il problema delle discipline di indirizzo, che essendo totalmente sfruttate in orario cattedra, non riescono a fornire ore aggiuntive per gli sportelli didattici, e questo è una delle criticità del progetto, superabile soltanto con l'utilizzo di ore aggiuntive. Peraltro sembra comunque che la linea dell'attuale Governo sia quella di incrementare l'orario di servizio dei docenti anche per svolgere attività di questo tipo.

Conclusioni

La FAD, unita ad un supporto permanente di sportelli didattici (che sarebbero facilmente attuabili attraverso l'organico funzionale ed un corrispondente aumento di flessibilità oraria da parte dei docenti) permette:

1. Di concentrare gli incontri con i docenti in giorni definiti e limitati, permettendogli così di sfruttare i permessi per il diritto allo studio e le ferie in modo efficace.
2. Di seguire il percorso di studi anche a chi per contratto lavora su più turni, modalità inconciliabile con l'attuale strutturazione del corso serale.
3. Di interagire con i docenti in modo diretto e personale attraverso una piattaforma creata ad-hoc (www.telescuola.net) e sfruttando tutti i moderni strumenti che la tecnologia ormai mette a disposizione di tutti (tablet, smartphone, PC) con indubbio vantaggio sia dal lato del docente che da quello del corsista.
4. Di consentire l'autovalutazione del corsista, in modo autonomo e responsabile, funzionale al superamento delle verifiche periodiche che, ovviamente, debbono essere svolte in presenza.
5. Di permettere una gestione del tempo legata non tanto all'attuale rigidità dell'orario scolastico, quanto alla reciproca disponibilità che consentirà un indubbio beneficio in termini di efficacia del percorso di studi.

L'idea dell'Istituto Superiore B. Padovano di Senigallia di supportare la Formazione A Distanza risponde ad un nuovo modo di concepire la formazione e l'aggiornamento professionale, in relazione alla sempre più rapida evoluzione delle dinamiche sociali e tecnologiche e al minor tempo libero a disposizione.

Bibliografia

1. Snow Andrade, M. (2012). Self-Regulated Learning Activities: Supporting Success in Online Courses. In: Joi L. Moore and Angela D. Benson (Eds.); *International Perspectives of Distance Learning in Higher Education* (pp 111-132). Rijeka, Croatia: InTech.

Esperienze di apprendimento cooperativo

Umberto Mattioli

Scuola Secondaria di Primo Grado Giovanni Paolo II, Fabriano, Ancona
e-mail: umberto_mattioli2@yahoo.it

Tutto ebbe inizio quando conobbi il Professor Liberato Cardellini e fui travolto dal suo competente entusiasmo. Un metodo importante da utilizzare nelle classi è l'apprendimento cooperativo. L'idea di far lavorare gli alunni in piccoli gruppi in compiti strutturati, secondo i criteri suggeriti dalla letteratura, è accattivante. Ma nella messa in pratica a volte sorgono problemi e difficoltà. Questa sperimentazione è stata svolta, per due anni, in una classe seconda e in una terza della scuola secondaria di primo grado "Giovanni Paolo II" di Fabriano, in provincia di Ancona. Scopo del lavoro trovare soluzioni ai problemi che l'apprendimento cooperativo della matematica sembrava presentare nella scuola secondaria di primo grado (già scuola media). In particolare:

- Suddividendo gli alunni in piccoli gruppi è elevato il rischio che parte di essi non lavori seriamente.
- Il metodo sembra prestarsi particolarmente ad affrontare calcoli o problemi che si risolvano in due o tre minuti al massimo.
- Le differenze di capacità fra gli alunni appaiono notevolissime:
 - i più deboli non riescono a lavorare in gruppi omogenei, salvo che il compito assegnato sia particolarmente ed inutilmente semplice;
 - far lavorare i ragazzi maggiormente in difficoltà con uno o due compagni molto capaci è frustrante per tutti e causa una diminuzione di motivazione in ciascuno, perché i migliori non riescono ad insegnare, mentre i deboli tendono a farsi trainare passivamente e non imparano.
- Non è facile motivare i meno capaci ad un maggiore impegno ed i forti ad aiutarli.
- Almeno nella fase iniziale, durante la quale gli studenti familiarizzano con il nuovo modo d'imparare, il metodo si presenta particolarmente lento e la quantità di lavoro svolta è insufficiente.
- La correzione in classe, anche parziale, non è possibile, perché ridurrebbe ulteriormente la già modesta quantità di lavoro svolto.
- Nell'aula permane un certo caos, che, tuttavia, si attenua man mano che i ragazzi imparano a collaborare.

Per ovviare a tali inconvenienti, si è tentato di mettere a punto un semplice metodo, che è stato ampiamente sperimentato e, pur non potendosi ritenere definitivo, si è dimostrato piuttosto efficace. Si ritiene di fondamentale importanza una preventiva, sistematica valutazione degli alunni, per ciascuno degli aspetti affrontati con il metodo del Cooperative Learning, al fine di:

- suddividere opportunamente i ragazzi in gruppi o coppie;
- valutare i progressi.

È utile annotare le principali caratteristiche di ciascun alunno, per rilevare, oggettivamente, nel tempo, eventuali cambiamenti. Il metodo sembra più efficace se non utilizzato subito dopo una spiegazione, poiché, almeno nelle prime applicazioni, anche i ragazzi più dotati hanno bisogno di essere guidati. Pertanto, dopo avere effettuato diversi tentativi e riflettuto sui risultati, si è ritenuto più produttivo procedere nel modo seguente.

Per il calcolo

Riporto in modo schematico la modalità di procedere da me utilizzata e inserita nel contesto di apprendimento delle mie classi.

- L'insegnante spiega e mostra alcuni esempi.
- Ciascun alunno, a turno, scrivendo contemporaneamente sul proprio quaderno, detta al docente un intero esercizio, se molto breve, o una piccola parte dello stesso se più complesso; l'insegnante scrive alla lavagna ciò che viene dettato, controlla, commenta e fornisce spiegazioni, quando necessario.
- Successivamente questo metodo può essere alternato con l'apprendimento cooperativo.
- I più deboli lavorano, insieme ai DSA, con il docente, dettandogli a turno, in modo che l'insegnante assuma, per loro, il ruolo di colui che scrive e commenta e, quando opportuno, spiega.
- Coloro che dovessero raggiungere un livello accettabile di conoscenze ed abilità, uscirebbero da questo gruppo, per lavorare a coppie.
- Gli alunni che hanno l'insegnante di sostegno lavorano con quest'ultimo, se presente, altrimenti formano un piccolo gruppo con compiti più semplici.
- In questo caso essi possono rivolgersi, seguendo un turno prestabilito, a quattro o cinque tutori, scelti fra i migliori della classe; ciò per ripartire l'onere.
- Al docente si ricorre solo quando nessuno dei tutori sia in grado di fornire aiuto.
- La restante parte della classe lavora a coppie, formate dall'elemento migliore e da quello più in difficoltà, dal secondo e dal penultimo e così via, fino a coppie costituite da ragazzi più o meno dello stesso livello intermedio.
- All'interno di ogni coppia uno scrive e detta, l'altro scrive, controlla e commenta.
- I ruoli si scambiano ad ogni esercizio, se breve, altrimenti, come nel caso delle espressioni, ad ogni passaggio.
- Nelle coppie di diverso livello il più bravo deve essere motivato facendogli capire che insegnando si impara di più e con un premio, di mezzo voto, nella successiva verifica, qualora l'altro avesse realizzato o confermato un miglioramento.
- Una coppia in difficoltà, potrà consultare le altre. Al docente ci si può rivolgere solo se nessuno avesse trovato la soluzione.

Per i problemi

Per la soluzione dei problemi viene usata la seguente procedura, riportata in modo schematico.

- Nella fase iniziale, l'insegnante spiega e mostra la soluzione utilizzando alcuni esempi.
- Poi il docente scrive alla lavagna e tutta la classe, scrivendo sul proprio quaderno, collabora alla risoluzione. L'insegnante indirizza, controlla, commenta e spiega, quando opportuno.
- Successivamente si può utilizzare l'apprendimento cooperativo.
- Il gruppo dei DSA e dei ragazzi in difficoltà lavora con l'insegnante, nel modo già descritto per i problemi.
- Gli alunni che hanno il sostegno operano con una modalità simile a quella adottata per il calcolo, incluso il tutoraggio.
- Gli altri ragazzi formano coppie il più possibile omogenee al loro interno.
- Ogni coppia non particolarmente abile, potrà contare su un tutore di livello tanto più alto quanto più il proprio sia modesto. A tale tutore spetterà lo stesso premio previsto per il calcolo, con analoghe modalità. Ciò non penalizza i bravi, i quali sono più veloci.

Sia nel calcolo che nei problemi, appare opportuno mantenere la composizione delle coppie almeno tra una verifica e la successiva, anche per potere meglio decidere l'attribuzione dell'eventuale premio. Il metodo descritto, basato su strategie semplici e pratiche, ha consentito di porre rimedio, almeno in parte, ad alcune delle criticità citate all'inizio, ma non si può che ritenere soltanto un punto di partenza.

Un approccio per l'insegnamento delle scienze sperimentali

Riguardo all'insegnamento delle scienze sperimentali, il Cooperative learning si è dimostrato altrettanto efficace, presentando minori difficoltà nell'applicazione, ma problemi organizzativi, dovuti all'attuale assetto della scuola secondaria di primo grado. Premesso che l'apprendimento delle scoperte scientifiche, frutto di centinaia di anni di studi, non possa essere totalmente compiuto in laboratorio, quest'ultimo costituisce sicuramente un utile mezzo per sviluppare una mentalità scientifica, mantenere vivo l'interesse e motivare all'impegno. Anche in questo settore sarebbe preferibile che gli alunni lavorassero a coppie, formate da ragazzi di pari livello, per sviluppare il proprio spirito di collaborazione, senza che nessuno sfrutti il lavoro altrui per non impegnarsi. Si è dimostrato utile il tutoraggio organizzato con modalità analoghe a quelle usate per la risoluzione dei problemi.

Nella sperimentazione, effettuata per una decina di anni, sono stati utilizzati prevalentemente materiali di uso comune e basso valore, o di recupero, con l'eccezione di microscopi, poche sostanze chimiche specifiche e un po' di vetreria da laboratorio. Hanno costituito ostacolo all'applicazione del metodo, le risorse economiche della scuola, sempre molto limitate e tali da non consentire sempre l'acquisto di quanto necessario per permettere a tutti di lavorare, il poco tempo a disposizione e l'assenza di un tecnico di laboratorio. La mancanza di tale figura, ha costretto, infatti, il docente, a preparare quanto necessario e riordinare il materiale utilizzato, lavando, asciugando, recandosi a scuola in anticipo o trattenendosi oltre l'orario delle lezioni. La presenza di un assistente, inoltre, sarebbe necessaria per operare con l'intera classe in laboratorio, luogo potenzialmente pericoloso. Ulteriori difficoltà sono, nella scuola "media", l'assenza di protezioni individuali e la giovane età dei ragazzi, che costringono l'insegnante ad effettuare, egli stesso, qualche esperimento potenzialmente rischioso, ma ritenuto realmente importante per favorire l'apprendimento.

Al termine della sperimentazione, il percorso più efficace sembra essere stato quello che è iniziato, nel primo anno, con esperienze guidate in campi come la misurazione e la relativa valutazione dell'errore, l'osservazione al microscopio, partendo dalla comprensione del funzionamento dello strumento, per giungere alla realizzazione ed all'osservazione di preparati, qualche breve uscita in natura con raccolta di reperti per creare un piccolo erbario o una elementare collezione di calchi in gesso di impronte ed altro. Tali attività sono servite a coinvolgere gli studenti, fare acquisire loro l'indispensabile manualità ed iniziare a sviluppare una mentalità scientifica. Successivamente si è passati ad attività più propriamente sperimentali, sotto la guida del docente, affrontate, quando possibile, in modo problematico, fino a livelli piuttosto elevati per l'età. Ad esempio, dopo avere studiato le leve, si è fornito il seguente materiale: della funicella, due bicchieri di carta, un po' di sabbia in un bicchiere, due spiedini, un pezzo di cartone rigido, un paio di forbici, dell'acqua, una squadra, un cilindro graduato ed un sasso di forma irregolare. Alle coppie si è assegnato il compito di riuscire a pesare il sasso, utilizzando il materiale a disposizione, cercando di contenere l'errore entro il grammo. L'insegnante ha fornito un indizio alla volta fino a quando i ragazzi sono riusciti ad intuire la soluzione del problema. Al termine si è effettuata una verifica, pesando il sasso con una bilancia e, qualora il risultato dell'attività non fosse risultato accettabile, si è ricercata la causa del fallimento.

Solo una piccola parte delle esperienze sono state oggetto di relazione, perché pur facendo acquisire ulteriori abilità, ciò appesantisce notevolmente il lavoro ed affievolisce l'entusiasmo di studenti tanto giovani. Nella fase terminale, il docente ha fornito le tracce per realizzare sperimentazioni di diversa difficoltà, a seconda del livello delle coppie di lavoro, le quali hanno elaborato l'elenco dei materiali occorrenti, studiato e realizzato autonomamente l'esperienza proposta. Successivamente ogni coppia ha guidato le altre nella realizzazione del medesimo esperimento, oppure, nel caso in cui non vi fosse sufficiente disponibilità di materiali, ha mostrato e spiegato all'intera classe quanto sperimentato e concluso. Anche questo semplice percorso, dimostratosi piuttosto efficace, non è che un tentativo di concretizzare un'idea e solo un punto di partenza.

Bibliografia

1. Comoglio, M. (1996), *Insegnare e apprendere in gruppo. Il Cooperative Learning*. Roma, LAS.

Episodi di didattica capovolta

Monia Grilli

I.C.S. "Anna Frank" – Montecalvo in Foglia (PU)

e-mail: monia.grilli@istruzione.it

La "Didattica capovolta" è un metodo di insegnamento che offre, a quei docenti che riconoscono l'esistenza di un "digital divide" fra le nuove generazioni di studenti "nativi digitali" e la generazione di insegnanti "nativi analogici", l'opportunità di rinnovare l'attività di insegnamento/apprendimento rendendo maggiormente efficaci le loro modalità didattiche. L'innovazione didattica della "Flipped Classroom" nasce dalla consapevolezza che le nuove tecnologie non rappresentano tanto contenuti da dover insegnare, quanto preziosi strumenti che il docente può utilizzare come risorse per rendere più efficace il proprio lavoro: l'insegnante supera, con tale metodo, il tradizionale ruolo di depositario del sapere da trasmettere attraverso lezioni frontali, assumendo la funzione di guida per l'allievo nell'elaborazione attiva e nello sviluppo di compiti complessi, restituendo anche forza e significato alla propria missione di educatore.

Con l'insegnamento capovolto si sposta l'attenzione dal sapere appreso al processo di apprendimento che, tenendo conto delle necessità individuali di ciascun alunno, diventa autonomo, consapevole e fortemente motivante ed inclusivo. L'idea semplice, ma innovativa e punto chiave della didattica capovolta, è quella di offrire agli alunni la possibilità di studiare (o quanto meno esplorare) a casa, l'argomento di studio prima dello svolgimento della lezione in classe. Questo duplice spostamento, nel tempo e nel luogo, di fruizione della lezione, sfruttando anche le potenzialità delle nuove tecnologie, consente di ottimizzare sia il lavoro svolto a casa dai ragazzi, che il lavoro svolto a scuola, dove il tempo può essere impiegato per attuare una didattica laboratoriale, cooperativa ed individualizzata.

L'insegnante costruisce la propria lezione, strutturandola attraverso parti del libro di testo, presentazioni, video tutorial (che rappresentano uno strumento privilegiato per l'apprendimento dei nativi digitali) e la mette a disposizione dei ragazzi, prima di affrontare l'argomento in classe, unitamente a tutti i materiali utili, condividendoli su una piattaforma e-learning, un sito web o una cartella condivisa su cloud o sul computer di classe. In questo modo, oltre a fornire ai ragazzi un'anticipazione dei contenuti affrontati durante la lezione a scuola, offre loro la possibilità di avere a disposizione tali materiali "per sempre" e di poterne usufruire ogni qualvolta ne sentano la necessità, assecondando il proprio stile e il proprio ritmo di apprendimento.

La seconda parte del lavoro avviene a scuola: i ragazzi affronteranno la lezione in classe avendo già una prima conoscenza dell'argomento trattato (al limite anche solo una vaga idea), avranno la possibilità di fare domande precise su eventuali dubbi e potranno ottenere chiarimenti o dall'insegnante o da altri compagni con idee più chiare e precise (peer learning). Il tempo dedicato alla trattazione frontale dell'argomento in classe diventa breve ed aumenta notevolmente il tempo a disposizione degli alunni per intraprendere, su proposta ed affiancati dall'insegnante, attività applicative, organizzate individualmente e/o per piccoli gruppi, privilegiando metodologie didattiche come il cooperative learning, il problem solving, la didattica laboratoriale

Con la didattica capovolta gli studenti diventano responsabili del loro processo di apprendimento sia in termini di meta-cognizione che in termini di autonomia di lavoro e capacità organizzativa. La Flipped classroom è, infatti, anche una strategia didattica realmente e fortemente inclusiva, perché tiene conto dei ritmi di apprendimento di ciascun alunno. Condividendo in modo "concreto e permanente" le lezioni con gli alunni, si offre ad ognuno di loro la possibilità di disporre e consultare i materiali messi a disposizione a loro piacimento (una, due ... dieci volte, a video, a stampa, con un reader ...). Inoltre la cronologia di pubblicazione delle lezioni consente di ripercorrere step by step l'argomento affrontato: le caratteristiche di inclusività non si rivolgono solo agli alunni con Bisogni Educativi Speciali, ma anche alle eccellenze (attualmente piuttosto trascurate nell'ordinaria attività didattica) o ancora agli alunni assenti, ai quali viene negato l'alibi del "non c'ero, non sapevo!" e, per i quali, i docenti non dovranno riproporre nuovamente l'intera spiegazione dell'argomento trattato nella lezione persa dall'alunno assente.

Riducendo il tempo in classe dedicato alle lezioni frontali, gli alunni hanno la possibilità di lavorare "attivamente" e nel caso in cui trovino difficoltà nello svolgere un esercizio avranno la possibilità di ricorrere all'aiuto dell'insegnante o di un compagno, pertanto non abbandoneranno "l'impresa" come sarebbe accaduto se la consegna fosse stata affidata per casa. Lavorare attivamente in classe aumenta la motivazione, perché aumentano sia gli stimoli esterni (i compagni e l'insegnante) sia gli stimoli interni (devo dare il meglio di me), incentiva la meta-cognizione, perché il percorso di apprendimento è guidato, l'alunno riceve feedback continui dai compagni e dal docente, che può lavorare immediatamente e in modo costruttivo anche sull'errore.

Lavorare in questo modo incide positivamente anche sul clima d'aula poiché migliorano sia il rapporto tra gli alunni che collaborano e vengono stimolati da una "competizione" positiva, sia il rapporto alunni docente. La figura di quest'ultimo viene rivalutata dall'alunno, perché si trasforma da trasmettitore di conoscenze e giudicante a guida sapiente, riferimento certo nel processo di apprendimento.

La didattica tradizionale non è il metodo migliore per favorire i processi meta-cognitivi e, talvolta, la valutazione che il ragazzo si vede attribuita non sempre coincide con le sue aspettative e, di conseguenza attribuisce al caso o al docente la responsabilità del suo insuccesso. Inoltre, il modello "lezione-verifica sommativa (scritta e/o orale)" non consente di monitorare e valutare i singoli step del percorso di apprendimento e ci fornisce solamente una valutazione dei risultati conseguiti dall'alunno: nel caso in cui questi siano negativi diventa faticoso e spesso inefficace attivare strategie di recupero, perché è difficile individuare in quale punto del processo di apprendimento è sorta la difficoltà. *"Nell'insegnamento capovolto, tutte le attività svolte in classe, singolarmente o in gruppo, sono sempre applicazioni personali delle conoscenze o delle competenze acquisite e forniscono un continuo e costante monitoraggio dei progressi fatti nell'apprendimento"* (Maglioni e Biscaro, 2014). La valutazione, essendo continuativa, ossia frequente (quasi quotidiana) e riferita all'intero processo che si sviluppa in tempi più lunghi, nonché individualizzata, perché connessa al progetto personale di apprendimento di ciascun alunno, diventa, facendo riferimento alla definizione data dal Prof. Comoglio (), *"davvero autentica"*. Inoltre, fornendo agli alunni indicazioni sulle attese e definendo i criteri di valutazione, ogni attività può essere valutata fra pari e/o auto-valutabile.



Figura 1. Tassonomia di Bloom

La didattica capovolta è un valido supporto per la didattica per competenze: facendo riferimento alla scala dei gradi di apprendimento di Bloom (1. Conoscere, 2. Capire, 3. Applicare, 4. Analizzare, 5. Valutare, 6. Creare), la flipped classroom, a differenza della didattica tradizionale che fatica ad avvicinarsi al terzo livello della piramide di Bloom, consente di andare ben oltre il terzo gradino, perché offre la possibilità di stimolare la creatività, di generalizzare e trasferire la conoscenza, di ideare e progettare soluzioni, facendo lavorare i ragazzi a problemi complessi e concreti, insegnando loro ad applicare i concetti appresi in contesti reali. Gli alunni si avvicinano alla possibilità di imparare ad analizzare, valutare e creare. Facendo inoltre riferimento alle otto competenze chiave europee di cittadinanza, che dovrebbero essere possedute da ciascun cittadino per la propria realizzazione personale e sociale, questa strategia didattica agisce direttamente sulla competenza digitale, sull'imparare ad imparare, sulle competenze sociali e civiche nonché sullo spirito di iniziativa e sulla capacità di team working.

L'insegnamento capovolto può essere integralmente utilizzato dal docente, ma può essere anche sperimentato in singole attività didattiche, a tal proposito si descrivono due episodi di didattica capovolta legati all'insegnamento della matematica in una scuola secondaria di I grado, il primo realizzato con una classe seconda avente come argomento le frazioni e il calcolo frazionario: "Flipped e-maths: LavoriAMO le FRAZIONI" e il secondo realizzato in una classe terza avente come argomento le equazioni lineari: "Le equazioni capovolte".

Flipped e-maths: LavoriAMO le FRAZIONI

Questo episodio di didattica capovolta, nato nell'ambito di un progetto regionale, è stato realizzato con una classe seconda di una scuola secondaria di primo grado. Dopo aver sondato la possibilità di alunni e genitori ad utilizzare anche a casa il computer ed Internet, nonché la disponibilità di un indirizzo email per ciascun alunno, ho creato la classe virtuale sull'applicazione web **Edmodo**¹. Edmodo è un webware, fruibile gratuitamente previa iscrizione, la cui interfaccia è molto simile a Facebook, che consente la condivisione di materiali, la gestione di discussioni e la creazione di questionari, purtroppo l'interfaccia è in lingua inglese. Una valida alternativa è offerta dal social learning italiano **Fidemia**² al quale gli alunni possono accedere anche se sprovvisti di indirizzo email. Fidemia sta integrando anche i webware **EpubEditor**³ (col quale si possono redigere, anche collaborativamente, e-book multimediali ed interattivi fruibili su tablet e computer) e **Questbase**⁴ (per creare questionari, test, quiz, verifiche,...).

Scelta la modalità, ho condiviso periodicamente con i ragazzi, lezione dopo lezione, i materiali di studio, composti in parte da video autoprodotti utilizzando PowerPoint e **Screencast-o-matic**⁵ (uno strumento utile per la registrazione dei contenuti dello schermo del proprio PC) ed in parte reperiti su Internet (*YouTube* e canale **Schooltoon**⁶). Ad ogni video (o altro contenuto digitale) ho fatto corrispondere un breve questionario per verificare che ciascuno di loro abbia preso visione dei materiali. Nella lezione in classe, dopo aver fatto un breve punto sulle conoscenze acquisite dal video, ho assegnato attività in piccoli gruppi. Ad ogni gruppo ho chiesto inizialmente di svolgere alcuni semplici esercizi, poi di rielaborare quanto appreso producendo un testo scritto contenente i concetti studiati, di elaborare semplici esercitazioni da proporre ai componenti degli altri gruppi, di realizzare una breve presentazione PowerPoint da utilizzare per l'esposizione orale dell'argomento trattato. Infine, ho proposto ai ragazzi di riorganizzare tutti i materiali prodotti in un e-book. Tutti i testi, scritti inizialmente con un normale word processor, sono stati trasferiti sul webware **Epubeditor** nel quale è stato creato l'e-book "LavoriAMO le frazioni". Le presentazioni PowerPoint sono diventate le linee guida per la produzione di video registrati con **Screencast-o-matic**. Per ogni tipologia di produzione è stata fornita ai ragazzi una matrice di valutazione al fine di stabilire quali requisiti dovevano soddisfare i materiali prodotti. In questo modo è stata offerta ai ragazzi la possibilità di auto-valutarsi e di valutarsi tra pari favorendo la meta-cognizione. Io ho avuto l'opportunità di poter valutare i miei ragazzi in modo autentico e trasparente.

Grazie alla didattica capovolta, potendo disporre di un numero di ore considerevole da dedicare ad attività *stimolanti* in classe, tutti gli alunni hanno avuto la possibilità di apprendere ed esercitarsi sul calcolo frazionario in un modo più coinvolgente ed efficace di quello offerto dalla didattica tradizionale.

Le equazioni capovolte

Questo episodio di didattica capovolta è stato realizzato con una classe terza di una scuola secondaria di primo grado nella quale si riscontravano grandi difficoltà nello stimolare la motivazione e nell'ottenere l'attenzione dei ragazzi. Quasi tutti i ragazzi potevano disporre, anche a scuola, di uno smartphone o di un tablet ed era ormai consolidato fra gli alunni l'impiego della bacheca di classe del registro elettronico per le comunicazioni insegnanti/studenti. Ho scelto, quindi, questo strumento per la condivisione dei materiali senza ricorrere alla creazione di una classe virtuale configurata in un nuovo social learning. Insieme agli alunni si è deciso di pubblicare i video in un canale YouTube e di condividerli pubblicando l'indirizzo nella bacheca del registro elettronico. Ciò ha permesso anche di mantenere la cronologia di pubblicazione per offrire ai ragazzi la possibilità di ripercorrere il piano di studio in qualsiasi momento.

Per la produzione dei materiali, oltre ad utilizzare *PowerPoint* e *Screencast-o-matic*, si è usata l'app **Explain Everything**⁷, uno strumento di screencasting e lavagna interattiva dall'interfaccia facile da usare. L'app consente di annotare, animare, raccontare, importare immagini e filmati da riorganizzare in un nuovo progetto esportabile poi su quasi tutti i supporti (PC, YouTube, DropBox, Google Drive ...). In concomitanza col primo video proposto (sulla definizione di equazioni e il primo principio di equivalenza) ho chiesto ai ragazzi di rispondere ad un breve questionario per verificare se avessero preso visione dei contenuti. Nella lezione successiva in classe, dopo aver fatto, anche in questo caso, un breve punto sulle conoscenze acquisite dal video, i ragazzi, organizzati in piccoli gruppi hanno sperimentato il primo principio attraverso un modellino di bilancia con cartoncini colorati corrispondenti alle incognite e ai termini noti. Attraverso la compilazione di una scheda strutturata, ho guidato i ragazzi nella scoperta delle conseguenze di questo principio. Al termine della lezione è stato condiviso con loro un video riassuntivo dell'attività e dei risultati conseguiti. Prima della successiva lezione in classe ho assegnato ai ragazzi il compito di informarsi, consultando alcune pagine del libro di testo, sul secondo principio delle equazioni e le sue conseguenze. Tornati in classe, ho chiesto ai ragazzi, sempre organizzati in piccoli gruppi, di realizzare, utilizzando il loro smartphone, un breve video che spiegasse questo argomento. Ho condiviso chiaramente con gli alunni i requisiti cui doveva rispondere il filmato, sottolineando la necessità di lavorare principalmente sulla qualità dei contenuti, poiché aveva lo scopo di dimostrare l'acquisizione delle conoscenze essenziali dell'argomento, piuttosto che le qualità grafiche del video prodotto. Tali requisiti sono stati organizzati in una matrice di valutazione (Tabella 1).

Tabella 1. Matrice di valutazione

Criteri	Livelli			
	<i>Insufficiente (5)</i>	<i>Sufficiente (6)</i>	<i>Buono (7-8)</i>	<i>Ottimo (9-10)</i>
Chiarezza espositiva	L'argomento è presentato in maniera troppo sintetica e spesso non comprensibile	L'argomento è presentato in maniera troppo sintetica e in qualche passaggio non è ben comprensibile	L'argomento anche se comprensibile è presentato in maniera troppo sintetica	L'argomento è presentato chiaramente ed in modo esaustivo.
Coerenza degli esempi con gli argomenti proposti	Non sono stati prodotti esempi	Gli esempi prodotti non sono sempre coerenti con i contenuti illustrati	Gli esempi sono coerenti, ma non sempre spiegati in modo chiaro	Gli esempi sono coerenti e spiegati chiaramente
Alunni coinvolti nel video	Meno la metà degli alunni ha partecipato attivamente alla produzione del video	Almeno la metà degli alunni ha partecipato attivamente alla produzione del video	Tutti gli alunni hanno partecipato alla produzione del video, anche se la maggior parte di loro ha ricoperto un ruolo marginale	Tutti gli alunni hanno partecipato alla produzione distribuendosi in modo omogeneo i compiti

Durata del video (consigliata: 2-3 minuti)	La durata del video è al di sotto di quella consigliata e l'argomento non è stato completamente affrontato	La durata del video è al di sotto di quella consigliata, però l'argomento è stato completamente affrontato	La durata del video è al di sopra di quella consigliata e l'argomento è stato completamente affrontato	La durata del video è quella consigliata e l'argomento è stato completamente affrontato
--	--	--	--	---

I video prodotti sono stati pubblicati sul canale YouTube condiviso e ogni ragazzo ha espresso la propria valutazione. È stato molto interessante e costruttivo discutere e confrontarsi sui lavori prodotti e le valutazioni attribuite; loro stessi si sono mostrati molto esigenti e hanno descritto per ogni realizzazione efficaci ipotesi di miglioramento. Sempre nell'ambito di queste attività sono stati proposti ai ragazzi video rielaborati con **EDpuzzle**⁸: un'applicazione web fruibile gratuitamente che offre la possibilità di remixare i video con la propria voce, inserire note audio e creare domande. Gli studenti (previa iscrizione alla propria classe virtuale) possono rispondere e l'insegnante può monitorare anche quante volte lo studente ha visionato il video prima di aver dato una risposta. Come attività conclusiva dell'argomento, organizzando la classe sempre in gruppi cooperativi, è stato chiesto di produrre esercizi e questionari su quanto appreso nel corso di queste lezioni. Lo scopo iniziale di questi esercizi era quello di proporli poi agli altri gruppi organizzando, così, una sorta di caccia al tesoro a squadre. Utilizzando ancora una volta un'avvincente e coinvolgente strumento disponibile su Internet, **Kahoot**⁹, piattaforma web alla quale è possibile iscriversi per creare quiz, dibattiti o indagini ai quali i ragazzi possono rispondere utilizzando un qualsiasi dispositivo dotato di browser web, i ragazzi sono stati coinvolti in un'entusiasmante gara a quiz.

Conclusioni

In definitiva, la didattica capovolta ha creato la possibilità di offrire motivazioni e stimoli anche agli alunni più riluttanti. I risultati ottenuti sono stati apprezzabili e sicuramente migliori, almeno in termini di interesse e partecipazione, di quelli che avrei ottenuto con la didattica tradizionale.

Bibliografia

1. M. Maglioni, F. Biscaro (2014). *La classe capovolta - Innovare la didattica con la flipped classroom*. Trento: Centro Studi Erickson.
2. P. C. Rivoltella (2013). *Fare didattica con gli EAS – Episodi di Apprendimento Situati*. Brescia. Editrice La Scuola.
3. S. A. Miato, L. Miato (2014). *La didattica inclusiva – Organizzare l'apprendimento cooperativo metacognitivo*. Trento: Centro Studi Erickson.
4. M. Comoglio *La valutazione autentica*. Online at: http://www.apprendimentocooperativo.it/img/valutaz_autentica.pdf
5. R. Baldascino (2015). *Insegnare e apprendere in un mondo digitale*. Tecnodid Editrice.

Siti

1. www.edmodo.com
2. www.fidenia.com
3. www.epubeditor.it
4. www.questbase.com
5. www.screencast-o-matic.com
6. www.schooltoon.com, la scuola a cartoni animati dov'è possibile imparare divertendosi.
7. App disponibile per iOS, Android e Windows (costo inferiore ai 3€)
8. <https://edpuzzle.com>
9. <https://getkahoot.com/>. Per la registrazione e la creazione dei quiz/questionari; <https://kahoot.com/>, per la fruizione dei quiz/questionari prodotti.

Gabriele è competente?

Giuseppe Valitutti

Ispettore MIUR, Università di Urbino

e-mail: gvalitutti@virgilio.it

La lezione tradizionale è in crisi e sono tante le ricerche che lo dimostrano. In uno studio sull'efficacia della lezione in classe, gli studenti furono testati al termine della stessa. Agli allievi fu concesso di consultare i propri appunti e il riassunto della lezione. Ma il risultato fu deludente: gli allievi ricordavano appena il 42% del contenuto spiegato soltanto 30 minuti prima. Nell'ambito del progetto PON-INDIRE sono stati realizzati 25 filmati che vedono protagonisti gli allievi nella progettazione, sceneggiatura e realizzazione delle investigazioni. Fra gli allievi protagonisti delle investigazioni c'è Gabriele. Dopo aver visto il film dovremo stabilire se l'allievo è competente. Per ora chiediamoci, cos'è la competenza scientifica e come si aiutano gli allievi a diventare competenti?

"La competenza scientifica è la capacità a usare i concetti scientifici, per identificare le questioni e disegnare le conclusioni, basate sulle evidenze, e per arrivare alla comprensione e aiutare a prendere decisioni sul mondo naturale e sui cambiamenti introdotti dalle attività umane". (OECD-PISA, 1998)

Senza la motivazione ad apprendere degli studenti non si costruisce la competenza scientifica. Perciò il docente dovrà lavorare in classe per migliorare:

- l'autonomia degli studenti;
- la cooperazione continua fra gli allievi;
- la qualità delle lezioni e delle investigazioni;
- l'entusiasmo ad apprendere;
- la rilevanza dei contenuti e delle investigazioni.

Gli allievi costruiscono la propria comprensione attraverso l'attività mentale, che rivede, allarga e *connette* i diversi schemi mentali, dopo ogni investigazione in classe con modalità cooperativa. Gli insegnanti non possono trasferire la propria conoscenza ai loro studenti, già elaborata e organizzata. Gli studenti ricordano ciò che hanno compreso, che essi inseriscono e *connettono* nei propri schemi mentali, talvolta senza alcun riferimento a quanto spiegato dall'insegnante. I concetti, che gli studenti apprendono, dipendono da quanto già conoscono. La teoria cognitiva spiega che, se lo schema mentale ha già un reticolo denso di termini e di concetti, è più facile fare le *connessioni* necessarie per un apprendimento duraturo. Un allievo dell'educatore tedesco Prof. Martin Wagenshein (1896 – 1988) ha scritto:

"Mi sembra di aver capito che un fenomeno comprenda sia ciò che vediamo e osserviamo, che ci procura stupore e meraviglia, sia la riflessione e il pensiero su quanto visto e toccato. Qualcosa di esterno (l'osservazione) e qualcosa dentro di noi (il pensiero e quindi la riflessione meta cognitiva su

quanto osservato) si mettono insieme e diventano quello che noi chiamiamo fenomeno, che possiamo "raccontare e spiegare".

L'approccio meta cognitivo, con l'uso sapiente di contenuti e strategie didattiche, a qualsiasi età, mira a rendere visibile il pensiero di ciascuno. Gli allievi "meta cognitivi" costruiscono il bagaglio intellettuale attraverso domande, investigazioni, problemi da risolvere e riflessioni ripetute su quanto stanno facendo con le proprie mani e le proprie menti. La didattica meta cognitiva è un modo di fare scuola in maniera formale, nelle investigazioni informali oppure negli interventi di recupero e sostegno degli alunni con difficoltà di apprendimento. L'approccio meta cognitivo riserva un ruolo fondamentale all'insegnante, <allenatore e consigliere> di tutte le attività d'indagine e di problem-solving.

Si ricorda che il tema d'italiano, la traduzione di latino e di lingue straniere, le investigazioni in laboratorio sono tipiche attività di soluzione di problemi, che comportano ripetute riflessioni meta cognitive e arricchiscono il bagaglio strategico dell'alunno. Secondo la strategia didattica, che quest'articolo propone, la classe deve diventare un *laboratorio meta cognitivo*. Gli studenti nel laboratorio meta cognitivo, ossia in classe, usano il tempo scolastico per fare lettura, fare scrittura, fare matematica, fare scienze. Il modello di laboratorio, semplice e potente allo stesso tempo, si basa sull'idea che gli studenti imparino a leggere leggendo, a scrivere scrivendo, a fare matematica e scienze risolvendo problemi teorici e/o sperimentali.

La didattica meta cognitiva si realizza in tutte le attività, in classe e fuori, quando gli allievi costruiscono le loro competenze nella lettura, nella scrittura, in matematica e in scienze. Essi devono essere messi in condizione di avere lo spazio e il tempo per riflettere e, infine, rendere visibile il proprio pensiero, attraverso la discussione e la negoziazione dei significati. Questo potente veicolo di apprendimento, centrato sullo studente, richiede regole precise di svolgimento e permette di bilanciare le attività di gruppo con quelle individuali. Le conversazioni cliniche, che non richiedono un'eccessiva preparazione, sono il cuore del laboratorio meta cognitivo.

In ogni fase dello svolgimento di un tema, del compito di matematica o delle *investigazioni* di scienze, le domande stimolo, che possono fare i docenti allo studente, sono tre:

1. Su cosa stai lavorando?
2. Come sta andando?
3. Che cosa prevedi di fare dopo?

Le semplici tre domande dell'insegnante spostano la responsabilità del colloquio, dall'insegnante all'alunno. Per ogni domanda l'insegnante, gradualmente, amplierà i suggerimenti e farà altre domande stimolanti. Il compito dell'insegnante non è quello di spiegare e offrire il sapere già elaborato all'alunno, ma quello di aiutare lo studente a parlare, a porsi interrogativi e a costruire le proprie idee. Come possono le brevi conversazioni determinare l'apprendimento significativo dei contenuti? Le domande hanno un effetto molto importante, perché gli studenti *imparano a riflettere su quanto stanno facendo* (meta cognizione), guardano ai loro progressi, identificano gli errori, per correggerli, e *fanno capire dove sono e dove vogliono andare*. Il seguito dell'articolo si occupa della strategia didattica per costruire le competenze sull'idea centrale della chimica: il modello cinetico – molecolare della materia.

Il modello particellare

I materiali che ci circondano sono continui o sono formati da particelle microscopiche? Se il nostro mondo dovesse improvvisamente sparire, perché distrutto da un cataclisma, l'unico concetto, col maggior numero d'informazioni, da tramandare ai posteri, sosteneva Richard Feynman, è questo:

"tutti gli oggetti sono formati da atomi [e molecole], particelle piccolissime che si muovono in ogni direzione, senza mai fermarsi"

Quali investigazioni si possono proporre per costruire il modello cinetico – molecolare della materia ossia il modello particellare?

Investigazione 1

Misura massa e volume di 20 mL di sale fino e 70 mL di acqua. La *massa* di sale e acqua aumenta, diminuisce o rimane la stessa, dopo aver sciolto il sale in acqua? Il *volume finale*, dopo aver mescolato sale e acqua, rimane lo stesso ($20\text{ mL} + 70\text{ mL} = 90\text{ mL}$), aumenta o diminuisce?

Domande

Perché il sale si scioglie in acqua? È corretto dire che le particelle microscopiche di sale, dopo la dissoluzione, si sono "nascoste" fra le molecole d'acqua? C'è spazio vuoto, c'è aria oppure c'è acqua liquida fra le molecole d'acqua? Si può progettare un'investigazione analoga con lo zucchero in acqua? Se sciogli lo zucchero in acqua la massa aumenta, diminuisce o rimane la stessa? Il volume aumenta, diminuisce o rimane lo stesso? Quale altra investigazione devi progettare per convincere gli studenti che il sale sciolto in acqua non è scomparso?

Investigazione 2

L'insegnante ti consegna due bicchieri, il primo contiene acqua fredda e il secondo acqua calda. Versa in ciascun bicchiere una goccia d'inchiostro, cosa osservi?

Domande

In che cosa differiscono i due bicchieri, dopo aver aggiunto l'inchiostro? In quale bicchiere l'inchiostro si disperde più velocemente? Come si può spiegare il fenomeno?

Investigazione 3

Di fronte alla classe, l'insegnante spruzza in aria una quantità limitata di profumo. Chiede agli allievi di alzare la mano, appena sentono l'odore del profumo.

Domande

Tutti gli allievi alzano la mano insieme? Quale azione esercita l'aria? Come si può spiegare il fenomeno? Se non ci fosse l'aria, le particelle microscopiche del profumo raggiungerebbero lentamente o velocemente il naso degli allievi?

Investigazione 4

Poni per 1 ora nel congelatore (freezer) una bottiglia di *plastica* vuota e ben tappata.

Domande

Com'è diventata la bottiglia, dopo il raffreddamento nel congelatore? Disegna e descrivi sul tuo quaderno l'oggetto investigato. Lascia la bottiglia fuori del freezer per circa un'ora e registra i cambiamenti. Quali sono le cause del cambiamento? Le particelle d'aria occupano un volume maggiore, minore o uguale alla temperatura del freezer oppure a temperatura ambiente? Le particelle d'aria sono più vicine o più lontane alla temperatura del freezer oppure a temperatura ambiente?

Investigazione 5

Vedere i filmati sul *modello particellare (versione multimediale)*, scaricabili dal sito: <http://risorsedocentipon.indire.it>. Entrati nel sito, cliccare su *Trasformazioni* e poi sul *Modello particellare versione multimediale*. Sul browser cliccare sulla voce attività. In coda alle investigazioni proposte allievi e docente discutono e costruiscono il seguente modello particellare.

- La quasi totalità dei 20 milioni di sostanze note sono formate da molecole con due o più atomi legati fra loro (sono pochi i materiali formati da atomi singoli, per esempio i gas nobili, i metalli e le leghe, come l'acciaio e il bronzo).
- Le molecole, separate da spazi vuoti, sono più o meno vicine e vengono a contatto negli urti reciproci.
- Gli atomi e le molecole occupano uno spazio, hanno una massa e sono in moto perpetuo.
- Esistono più di 100 atomi diversi, descritti dalla Tavola Periodica.
- I singoli atomi e le singole molecole hanno massa e capacità di combinazione ossia hanno proprietà chimiche ma *non possiedono le proprietà fisiche* come temperatura, colore, punto di fusione, stato fisico, conducibilità e così via, *tipiche degli oggetti macroscopici*. Non ha alcun senso chiedere a un ragazzo: qual è il colore dell'atomo d'oro? L'atomo di un metallo conduce la corrente elettrica? La molecola d'acqua è liquida, solida o gassosa?

Un utile questionario.

Giudica le affermazioni che seguono:	Vero (V) o Falso (F)
1. Gli atomi e le molecole sono sempre in movimento	
2. Molecole e atomi hanno tutti la stessa dimensione	
3. Le molecole del ghiaccio, nel freezer, sono molto fredde	
4. Gli atomi e le molecole hanno massa e peso	
5. Gli atomi o le molecole di una sostanza possono muoversi a differente velocità	
6. Solo gli oggetti, che puoi vedere, sono fatti di molecole	
7. Due sostanze diverse possono essere fatte dagli stessi tipi di atomo ma da molecole diverse	
8. Due sostanze diverse possono essere fatte dallo stesso tipo di molecole ma da atomi diversi	
9. Le molecole dei liquidi sono sempre più distanti di quelle dei solidi	
10. Le molecole dei solidi si muovono in modo diverso che nei liquidi	
11. C'è uno spazio vuoto fra le molecole dei solidi e dei liquidi	
12. Le cellule sono uno speciale tipo di molecole	

Quesiti concettuali

1. Gli atomi dei centesimi

a. Le monete da 1 centesimo, 2 centesimi, 5 centesimi sono fatte di atomi? Segna con una X le proprietà fisiche di un singolo atomo di rame.

duro tenero
 solido color rame
 molto piccolo ha massa
 sempre in moto non si muove
 freddo caldo lucente opaco
 contiene principalmente spazio vuoto

b. Le monete di 1, 2 e 5 centesimi sono realmente di rame? Quali investigazioni puoi progettare per rispondere alla domanda?

2. Solidi

Indica con una X gli oggetti di questa lista che sono formati da materiali solidi, a temperatura ambiente.

- | | |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> latte | <input type="checkbox"/> elastico di gomma |
| <input type="checkbox"/> aria | <input type="checkbox"/> farina |
| <input type="checkbox"/> legno | <input type="checkbox"/> spugna |
| <input type="checkbox"/> sale fino | <input type="checkbox"/> olio di oliva |
| <input type="checkbox"/> fumo | <input type="checkbox"/> maionese |
| <input type="checkbox"/> ghiaccio | <input type="checkbox"/> ovatta |
| <input type="checkbox"/> carta | <input type="checkbox"/> polvere |

Spiega il ragionamento che ti ha consentito di stabilire quali oggetti sono solidi.

Bibliografia

1. Feynman, R.P., Leighton, R.D., & Sands, M.1963. *The Feynman lectures on physics* (Vol. 1). Menlo Park, CA: Addison-Wesley Company.
2. Meheut, M. & Chomat, A. (1990). Les limites de l'atomisme enfantin: experimentation d'une demarche d'elaboration d'un modele particulaire par des eleves de college. *European Journal of Psychology of Education*, 4, 417-437.
3. Mintzes J.J., Wandersee J.H., Novak J.D. (eds.) (2000), *Assessing science understanding*, Academic Press, San Diego.
4. Novick & Nussbaum (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate theory of matter: An interview study. *Science Education*,62(3), 273-281.
5. Schwab, J. (1978). Education and the structure of the disciplines. In I. Westbury & N.J. Wilkof (Eds.), *Science, Curriculum, and Liberal Education. Selected Essays*, Chicago, IL: The University of Chicago Press.
6. Smith, C., Maclin, D., Grosslight, L., & Davis, H. (1997). Teaching for understanding: A study of students' preinstruction theories of matter and a comparison of the effectiveness of two approaches to teaching students about matter and density. *Cognition and Instruction*, 15, 317 – 393.
7. Wagenschein, M. (2000), *Teaching to understand: on the concept of the exemplary in teaching*. In Teaching as a reflective practice – The German didaktik tradition , Lawrence Erlbaum Associates, Publisher

Siti con materiale di scienze

<http://risorsedocentipon.indire.it>
wwwcsi.unian.it/educa
www.leparoledellascienza.it
<http://www.itismajo.it/chimica>
<http://www.learner.org>
<http://www.exploratorium.edu>
<http://lamap.inrp.fr>

L'ideazione delle mappe concettuali per promuovere l'apprendimento significativo: Un'intervista a Joseph D. Novak

Liberato Cardellini

Università Politecnica della Marche, Via Breccie Bianche, 12 - 60131 Ancona
e-mail: l.cardellini@univpm.it

La carriera del professor Novak nell'insegnamento si estende per oltre quarant'anni; ora è professore

Bibliografia

- 1.
- 2.
- 3.

Ejemplos para el aprendizaje de la química basado en la indagación con aspectos de la vida cotidiana

Gabriel Pinto

E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid
e-mail: gabriel.pinto@upm.es

Abstract

This paper highlights the importance of incorporating aspects of daily life in teaching chemistry in the different educative levels. Various educational tools (problems, experiments, questions, etc.) developed by the author are summarized. These tools include topics such as the cooling of water in a porous earthenware pitcher; the use of exothermic processes in “self-heating” beverages; the stoichiometry of medicaments, mineral waters and other commercially available products; the influence of the temperature in the kinetics of the osmotic hydration of legumes soaked in water; or the thermochemistry of domestic boilers, among others. The main goals are to promote students and teachers motivation, to facilitate the use of innovative educative tools (especially for problem and inquiry based learning), to encourage critical thinking and to cooperate in the civic education of students.

1. Introducción: la vida cotidiana en la enseñanza de química

Como se pone de manifiesto frecuentemente en reuniones, eventos y distintos foros, muchos profesores piensan que la incorporación de aspectos de la vida cotidiana a lo explicado en la clase de química no es tarea sencilla y no aprecian que pueda redundar de forma clara en una mejora de los resultados de aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, el autor de este trabajo está firmemente convencido de que esta contextualización puede permitir afrontar algunos de los retos que plantea la innovación educativa contemporánea, redundando en importantes mejoras en la didáctica de la química. Por ello, en los últimos años, ha diseñado propuestas didácticas (problemas numéricos, cuestiones, experimentos, analogías, cuestiones, etc.) relacionadas con variados aspectos de la vida cotidiana, como se detalla en distintas publicaciones. Aquí se resumen algunas, para facilitar la búsqueda de la herramienta adecuada a sus necesidades, por parte de otros docentes, y para que pueda servir de inspiración para preparar otras. Se detalla la publicación donde se describe cada actividad, para permitir una información con mayor detalle para el lector interesado. Al final se ofrece un breve apartado con conclusiones y reflexiones.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el conjunto de las herramientas son: favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, promover la motivación (de alumnos y de profesores) y el aprendizaje activo, facilitar el empleo de herramientas educativas innovadoras (especialmente para el aprendizaje basado en problemas y en la indagación), favorecer el pensamiento crítico, promover la interdisciplinariedad, facilitar la formación en ciertas competencias transversales y colaborar en la formación ciudadana.

2. Problemas y ejercicios sobre aspectos de la vida cotidiana

Se resumen algunos problemas numéricos y ejercicios elaborados por el autor, donde se analizan diversos aspectos de la vida cotidiana.

- Uso de compuestos de cloro como desinfectantes de agua para usos específicos (1). Se tratan aspectos como desinfección y potabilización del agua, cálculo de cargas formales y números de oxidación, resonancia, y química de los cloroisocianuratos.
- Estequiometría de medicamentos a partir de la información aportada por los fabricantes (2, 3). Se sugieren una serie de preguntas a los alumnos para que discutan aspectos como cálculos estequiométricos, formulación, química y salud, hidratación de sales, compuestos de calcio, compuestos de hierro, cálculo de órdenes de enlace y aproximaciones numéricas.
- Estequiometría de fertilizantes. Se resalta la importancia de los fertilizantes y se sugieren cálculos estequiométricos sobre estos compuestos, cuyo uso es bien conocido (4).
- Composición de aguas minerales a partir de la información de sus etiquetas. Se discute sobre la composición del agua mineral, análisis químico, descomposición térmica de bicarbonatos, dureza del agua, y empleo adecuado de cifras significativas (5).
- Emisión de dióxido de carbono por automóviles, en función del consumo de combustible. A partir de datos obtenidos por los alumnos en anuncios de periódico o en páginas web sobre automóviles, se les proponen problemas en los que trabajan con cálculos estequiométricos y aspectos como emisión de dióxido de carbono, combustión, diferencias entre gasolina y gasóleo, densidad de líquidos y representaciones gráficas (6). En la figura 1 se muestra una gráfica típica que los alumnos deben elaborar e interpretar. Como en muchos de los ejemplos propuestos, los alumnos trabajan con datos de diferentes automóviles, pero las conclusiones deben ser análogas para todos.

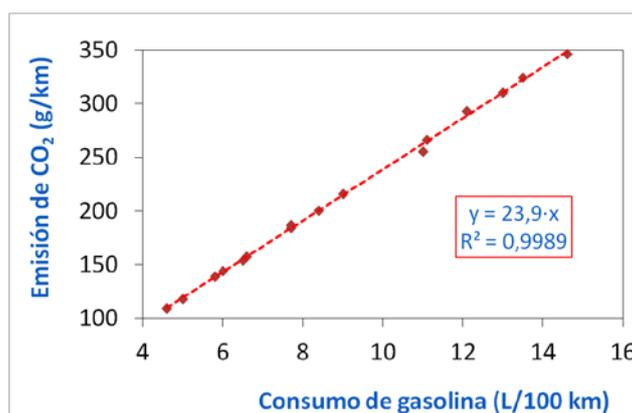


Figura 1. Relación entre emisión de CO₂ y consumo de gasolina en automóviles (datos obtenidos de la información aportada por fabricantes).

- Reducción de la emisión de dióxido de carbono por el uso de células solares. Se propone un ejemplo que promueve cálculos estequiométricos en combustión, fuentes de energía y uso adecuado de unidades, a partir de la información aportada en paneles informativos (7).
- Productos fluorados para el cuidado dental. A través de la información dada por los fabricantes en los envases de dentífricos y en distintas páginas web, se trabaja sobre compuestos empleados en esos productos y en el agua potable para el cuidado dental, cálculos estequiométricos, formulación, química y salud, información química para el público, resonancia, aproximaciones numéricas, cálculo de órdenes de enlace, y determinación de números de oxidación y de cargas formales (8).
- Uso de calderas domésticas de condensación. Se proponen cuestiones para que los alumnos indaguen sobre aspectos relacionados con las calderas de condensación (producen agua líquida en vez de vapor). Los objetivos son: favorecer el aprendizaje de conceptos (termoquímica, combustión, composición del gas natural ...); promover la motivación de alumnos y profesores; fomentar enfoques ciencia-tecnología-sociedad; y colaborar en la formación de competencias (indagación, resolución de problemas, análisis de datos, trabajo en equipo ...). Se promueve el pensamiento crítico y la formación en "química del consumidor", tratando aspectos como los motivos de la ayuda pública para la instalación de estas calderas y el empleo de la factura del gas como fuente de información (9).

- Algunos de los trabajos sobre estequiometría resumidos en los anteriores párrafos se recapitularon, con nuevos ejemplos, en una reciente publicación (10).

3. Casos y cuestiones sobre aspectos de la vida cotidiana

En este apartado se resumen una serie de casos y cuestiones que el autor ha elaborado para que los alumnos discutan algunos aspectos relacionados con diferentes ámbitos de la vida cotidiana.

- Noticias de prensa. Se trabaja con implicaciones del tipo ciencia-tecnología-sociedad, imagen social de la ciencia y análisis de errores sobre conceptos científicos
- Sustancias antipolillas.** Se propone a los alumnos que indaguen sobre la composición de los productos antipolilla comerciales, pero también sobre el proceso de sublimación, la presión de vapor de sólidos y la relación entre estructura molecular, enlace químico y propiedades de las sustancias, así como sobre características biológicas de los lepidópteros y protección de materiales textiles (12). La figura 2 ilustra las fórmulas de algunas sustancias utilizadas en estos productos.

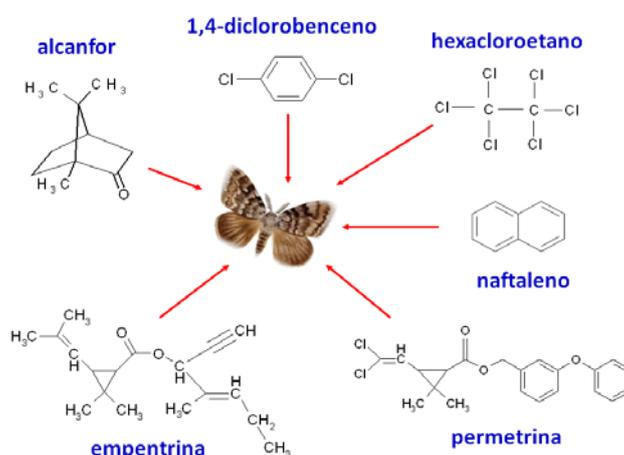
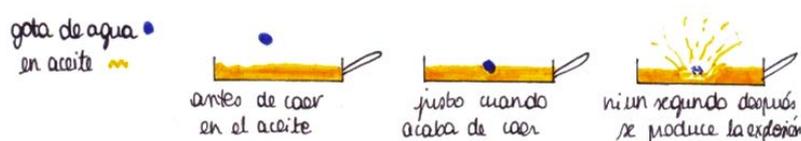


Figura 2. Ejemplos de sustancias empleadas como antipolilla

- Análisis de sellos con contenido científico. Mediante el análisis de unos sellos concretos, se sugieren preguntas que incluyen aspectos como antecedentes y estructura del sistema periódico, eka-elementos de Mendeleev, química y arte, historia de la química, configuración electrónica, etc. (13, 14).
- Formación accidental de cloruro amónico en el laboratorio. Se tratan aspectos como teoría cinético-molecular de los gases, efusión de gases (ley de Graham), cálculo de la velocidad cuadrática media de partículas en gas y seguridad en el laboratorio químico (15).
- El Atomium de Bruselas como punto de partida para discutir aspectos introductorios de química de materiales. Se introducen aspectos de arte e historia, así como cálculos y cuestiones sobre empaquetamientos cristalinos, cálculos con celdillas cristalinas, estructura cristalina de los metales, etc., basado todo ello en una serie de cuestiones planteadas en torno a este monumento ampliamente conocido a nivel mundial (16).
- Razones por las que el agua “salta” sobre aceite caliente y no al revés. Los alumnos deben discutir sobre aspectos relacionados con la densidad de líquidos, composición de aceites, temperatura de ebullición, polaridad, miscibilidad, temperaturas características de aceites (punto de humo y punto de ignición) y forma de afrontar un incendio de aceite (17). En la figura 3 se muestra cómo distintos grupos de alumnos explican la cuestión. Este tipo de observaciones permite detectar cómo razonan los alumnos sobre conceptos científicos.



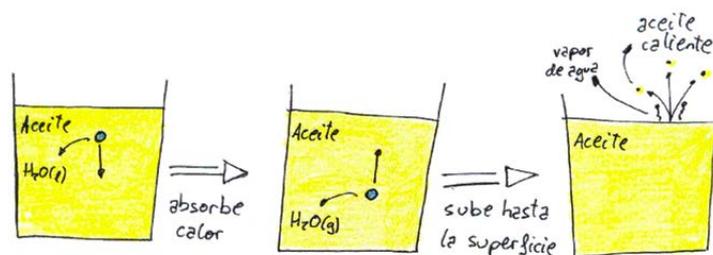


Figura 3. Ejemplos de ilustraciones de los alumnos sobre el efecto de añadir una gota de agua sobre aceite caliente

4. Estudios experimentales sobre aspectos de la vida cotidiana

Se recogen en esta sección algunos desarrollos experimentales que el autor ha diseñado para realizar con sus alumnos.

- Enfriamiento del agua contenido en recipientes de cerámica porosa (18). Con medidas experimentales de temperatura y masa, se establecieron las ecuaciones que cuantifican la transferencia de materia (por evaporación) y de calor para el agua contenida en los recipientes conocidos como botijos. Si bien estas ecuaciones son adecuadas para alumnos de cursos avanzados de carreras científicas y tecnológicas, los razonamientos básicos son de utilidad para trabajar con alumnos de niveles previos, sobre aspectos termodinámicos, pero también sobre otros como climatología, tipos de cerámica, etc.
- Calentamiento y enfriamiento de bebidas por procesos químicos. Se trabajan aspectos como calor de disolución, energía de reacción, medida de temperatura, cálculos térmicos, diseño de dispositivos, búsqueda de datos, y estequiometría, todo ello en relación a envases de bebidas y alimentos conocidos como “autocalentables” (19, 20).
- Variación de la velocidad de hidratación de legumbres con la temperatura y la concentración salina. Los alumnos estudian cuantitativamente este fenómeno, para lo que tienen que practicar aspectos como medida de masa, representación gráfica de datos, cálculo de pendientes de rectas y cálculo de energía de activación. Además, se razona sobre aspectos como ósmosis y difusión de líquidos a través de membranas (21). En la figura 4 se muestran resultados típicos obtenidos por alumnos.

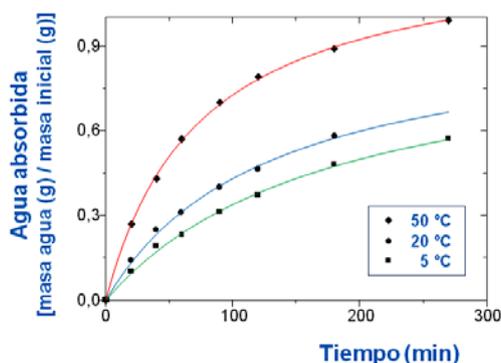


Figura 4. Variación de masa en garbanzos sumergidos en agua

- Efecto de la temperatura en la velocidad de disolución de comprimidos efervescentes. Se estudian el fenómeno de efervescencia, la influencia de la temperatura en la velocidad de disolución y de reacción, y el cálculo de energía de activación (22).

5. Conclusiones

Casi todos los trabajos aquí expuestos (muchos de ellos recogidos en una dirección web (23)) se han llevado a cabo con alumnos universitarios de primer curso de ingenierías, si bien son fácilmente adaptables a otros entornos y niveles educativos. Se ha observado que este tipo de herramientas que implican aspectos de la vida cotidiana son bien recibidas por los alumnos, al constatar que la química es más tangible que lo que muchos de ellos pueden pensar a priori. Obviamente, no existe la panacea educativa y

siempre hay alumnos cuyo interés tampoco se despierta con estos recursos. Para alumnos aventajados supone un reto adicional, porque muchas de las propuestas abren a su vez, a medida que se van solucionando, nuevos interrogantes.

Unos casos se han trabajado de forma individual por los alumnos y otros han sido realizados de forma grupal. Sirven así como recursos para fomentar competencias de trabajo en equipo y otras (investigación, uso correcto de unidades, expresión oral y escrita, creatividad, interdisciplinariedad, etc.). También cabe destacar que el desarrollo de estas herramientas supone un reto para el profesor: además de elegir un tema de estudio, se plantean cuestiones y formas de abordarlo que no son elementales en muchos casos y requieren esfuerzo y dedicación. En todo caso, aparte de divulgar lo realizado en los últimos años, se anima a otros colegas a buscar y difundir herramientas de este tipo que permitirán, con seguridad, mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en los distintos niveles educativos.

Referencias

1. Pinto, G., Rohrig, B. (2003). Use of chloroisocyanurates for disinfection of water. *Journal of Chemical Education*, 80, 41-44.
2. Pinto, G. (2003). Determination of the degree of hydration of iron(II) sulphate in a medicine. *Education in Chemistry*, 40, 11.
3. Pinto, G. (2005). Stoichiometry of calcium medicines. *Journal of Chemical Education*, 82, 1509-1512.
4. Pinto, G. (2005). Stoichiometric problems in context. *Education in Chemistry*, 42, 108-109.
5. Pinto, G., Oliver-Hoyo, M. T. (2008). What is in your bottled water?, look at the label! *The Chemical Educator*, 13, 341-343.
6. Oliver-Hoyo, M. T., Pinto, G. (2008). Using the relationship between vehicle fuel consumption and CO₂ emissions to illustrate chemical principles, *Journal of Chemical Education*, 85, 218-220.
7. Pinto, G. (2009). Determining the CO₂ emissions averted by the use of solar power, *Journal of Chemical Education*, 86, 1033.
8. Pinto, G. (2009). Fluorine compounds and dental health: applications of general chemistry topics. *Journal of Chemical Education*, 86, 185-187.
9. Pinto, G. (2009). Introducción a la termoquímica de las calderas domésticas de condensación: un caso de aprendizaje contextualizado por indagación dirigida. *Educació Química, en prensa*.
10. Pinto, G., Prolongo, M. L. (2013). Stoichiometry in context: Inquiry-guided problems of Chemistry for encouraging critical thinking in engineering students. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 3, 24-28.
11. Pinto, G. (2004). Análisis de noticias de actualidad para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. *Anales de Química*, 100(4), 42-44.
12. Pinto, G. (2005). Chemistry of moth repellents. *Journal of Chemical Education*, 82, 1321-1324.
13. Pinto, G. (2007). A postage stamp about the periodic table. *Journal of Chemical Education*, 84, 1919.
14. Pinto, G. (2011). A postage stamp honoring Marie Curie: an opportunity to connect chemistry and history. *Journal of Chemical Education*, 88, 687-689.
15. Pinto, G. (2003). Making experimental connections. *Education in Chemistry*, 40, 80-81.
16. Pinto, G. (2012). An example of body-centered cubic crystal structure: The Atomium in Brussels as an educative tool for introductory materials chemistry, *Journal of Chemical Education*, 89, 921-924.
17. Pinto, G., Gauthier, C. V. (2009). Spattering and crackle of hot cooking oil with water, *Journal of Chemical Education*, 86, 1281-1285.
18. Pinto, G. (2011). Enfriamiento del agua contenida en un botijo. <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/botijo.htm>
19. Oliver-Hoyo, M. T., Pinto, G., Llorens-Molina, J. A. (2009). The Chemistry of self-heating food products, *Journal of Chemical Education*, 86, 1277-1280.
20. Prolongo, M. L., Pinto, G., (2010). Las bebidas autocalentables y autoenfriables como recursos para un aprendizaje activo, *Educació Química*, 7, 4-14.
21. Pinto, G., Esin, A. (2004). Kinetics of the osmotic hydration of chickpeas, *Journal of Chemical Education*, 81, 532-536.
22. PINTO, G. (2000). Experimenting with a fizzy tablet, *Education in Chemistry*, 37, 71.
23. Didáctica de la química y vida cotidiana. <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Inicio.htm>

L'ideazione delle mappe concettuali per promuovere l'apprendimento significativo: Un'intervista a Joseph D. Novak

Liberato Cardellini

Università Politecnica della Marche, Via Brecce Bianche, 12 - 60131 Ancona
e-mail: l.cardellini@univpm.it

La carriera del professor Novak nell'insegnamento si estende per oltre quarant'anni; ora è professore

Bibliografia

- 1.
- 2.
- 3.

When is an experiment not an experiment?

Peter E. Childs

Emeritus Senior Lecturer, Dept. of Chemical and Environmental Sciences and Director, Chemistry Education Research Group, University of Limerick, Limerick, Ireland
e-mail: Peter.childs@ul.ie

“The ritual of the laboratory must not be confused with the spirit of science. The spirit of science cannot be weighed and measured, even if weighing and measuring are necessary for tracking it down. It is not enough to track it down, it must be captured; and not infrequently it evades capture because the reason is lethargic and the imagination dull.” (Westaway, 1947, p. 11)

Introduction

When is an experiment not an experiment? This is not a trick question, but an experiment is not an experiment in the true, scientific sense of the word:

- if you know the answer before you begin;
- if it is just an exercise in following a recipe;
- if it is just copying a procedure from the textbook into your laboratory notebook; if it is just skills acquisition;
- if it is just a mandatory experiment without fitting into the teacher’s curriculum;
- if it is watching an experiment on a video or DVD;
- if it is a ‘dry lab’ experiment, involving processing data rather than obtaining data by investigation;
- if it is a computer simulation of an experiment (as distinct from datalogging).

You may be able to think of other examples of activities that make an ‘experiment’ not an experiment at all. This is what Henry Armstrong wrote in 1910 about the importance of experiments in teaching science in schools:

“If boys and girls left school properly aware what an experiment is, what is involved in making one, how far from easy it is to make a real experiment; if they acquired a true sense of exactness in work and argument: the teaching given in schools would be of great value in after-life, as life is one big never-ending experiment. I see no reason why there should be school laboratories if the main purpose of them be not to give training in the art of inquiry.” (Armstrong, 1925, p. ix)

Practical work has been seen as an essential component of teaching science at both second (secondary school) and third level (university and college). However, this tradition is not as strong in some countries as others. It is particularly strong, for example, in the U.K. in schools, going back into the 19th century. It can be argued that the laboratory-based science education started with Justus Liebig in Germany, where he set up

his research teaching laboratory in 1839. W.H. Brock (1979), the famous historian of chemistry, takes this as his starting date for formal science education.

“My starting date, 1839, is arbitrary. It is the year in which the German chemist Liebig moved into an enlarged laboratory at Giessen, enabling him to expand the output of students. We may take this as a symbolic starting point for the development of modern science education.”

At the end of the 19th century in England, Henry Armstrong promoted his heuristic approach to teaching science, that is, through hands-on practical work by students with the aim of discovering the answers for themselves. His views were ahead of the time and are reflected today in the emphasis on inquiry-based science education (IBSE), e.g. in the PROFILES project and other EU-funded ‘Science and Society’ projects. There is direct line of descent from Armstrong to the Nuffield science projects of the 1960s, which re-introduced learning by discovery to a new generation of teachers and pupils. Brock (1973, p. 21) described Armstrong’s heurism like this (emphasis in the original.)

*“Armstrong’s heurism embraced four intuitive theses. First, that what a child or student finds out for himself he remembers. Secondly, motivation and interest: if a student is interested and realises that something is worth learning he will do it more efficiently. Thirdly, but less clearly, the learning situation must be graded – children will learn certain things better at different ages. Fourthly, that if children keep a carefully written record of their findings this will help to correlate their mental and verbal understanding and relate a student’s scientific awareness to his study of the English language. The whole emphasis is on **doing** in order to **understand**.”*

Armstrong himself defined his approach in this way (quoted in Westaway, 1947, p. 22):

*“Heuristic methods of teaching are methods which involve our placing students as far as possible in the attitude of the discoverer – methods which involve their **finding out** instead of merely being told things.”*

Now there may be nothing wrong in some of the alternatives to the experiment, and they may have some specific teaching value in themselves, but don’t let us fool ourselves into thinking we are teaching a scientific approach to problem solving, or the investigative approach to science, if we never give our students a chance to solve real problems or experiment for themselves. Skill acquisition is an important part of practical work in science – students (and teachers) need to be able to use a burette, weigh an object, measure a current, dissect a frog etc. But these skills are only a means to an end – the end being the ability to conduct an experiment using those skills to solve a problem, provide an answer etc. Often we confuse the two aspects of experimental work and very often pupils are confused when we mix skills acquisition and using these skills – they can be overloaded by new information. It is better to teach the skills first (ideally in some interesting context) and then use or apply the skills to solve a problem, preferably several problems so that the skills become embedded. This is developed further in the section below (see Danger: overload!)

Too often ‘experiments’ are introduced in the textbook and by the teacher and everything is known from the start. Some textbooks tell you the results as well as the procedure – not a lot of point in doing the task then. Teachers often tell students what to expect and what they should observe, before they’ve done the ‘experiment’. It becomes an exercise in verification rather than an experiment and at the end it is not unusual for students to copy out everything word for word from the textbook into their laboratory notebooks. They may well think, as I do, that you might as well eliminate the messy, expensive practical bit and just copy straight into the books (which I believe happens in some schools!) This particular approach to science should not be called experimental, as it isn’t. I give some ideas below of how one could approach practical work in a different way and in a different spirit – a spirit of enquiry and discovery, using a real experimental and investigative approach.

Encouraging and developing investigation skills

Most of the mandatory or prescribed, standard experiments done in school can be recast in the form of an investigation so that they become real experiments and opportunities for the students to discover something for themselves. In the section below I give some examples of standard experiments presented as investigations.

a) Ohm's Law rediscovered

It is much better, in my opinion, to present practical work as a problem, as a question, as a challenge – not as a cookery recipe or a verification exercise. This may mean that we cannot allow our students to see the textbooks or we must choose a different book that doesn't give away all the answers! For example, consider our old friend, Ohm's Law. This is usually presented as an exercise to verify Ohm's Law, which is usually clearly stated, with the graph, in the book. Instead, why not ask the question: is there a relationship between current and voltage across a fixed resistance? If there is a connection, how are voltage and current related? How might we find out the relationship? There might be a discussion about how to measure voltage and current, how to set up a suitable circuit, what to vary and what to measure and how to record and present the results. The students then go away (preferably in a small group) to set up the apparatus and collect some data on the relationship between voltage and current. This presupposes some familiarity with the simple circuits and electrical equipment. These results could be collected on the board. Is there any obvious trend? Does the current increase with increasing voltage or in what way? Would plotting a graph help? Which graph gives a straight line and what relationship does this suggest? The teacher of course is guiding this discussion and feeding in suggestions, but the students do the work.

What is the end result? A statement of Ohm's Law, but one that the students found out through experiment! This approach not only practises and develops experimental skills, but it also introduces and reinforces ideas about the Nature of Science (NoS) and about the presentation of results and the use of mathematics in science, all within the context of an interesting investigation.

b) The structure of a plant

How do we introduce the structure of plants? Often this is done by students studying the diagram in the book or on the board, drawing it into their notebooks and labelling the diagram. How might it be done differently to develop observational and experimental skills? Bring in several kinds of flowering plants and give one to each group of students. Ask them to draw the flower and stem and to identify the different parts and see how many different parts they can find. This requires careful observation. They should also take the plant to bits step-by-step and identify the different components. Perhaps they could draw their plant and then stick the different parts on a sheet of paper, showing where they are found. The names of the parts have not yet been introduced. Then give them the labelled diagram and ask them to identify and label the parts on their flower. Now it is time for a class discussion. Did all the different plants have the same parts or not? A table could be drawn on the board to tick off the different parts identified for each plant. At the end of the lesson all the students should have first-hand experience of observing, identifying and naming the parts of plant and making a generalisation that all the plants they studied have the same basic structure. This is real science! Then they can draw and label the diagram of a typical flower. The lesson could then develop further to investigate the function of the different parts of a plant.

c) Introducing acids and bases and titration

The idea of titration can be introduced using droppers, dilute acids and bases and a range of indicators. (This presupposes the students have already met acids and bases and have used a simple indicator e.g. litmus or red cabbage juice to identify and classify household substances.) What colours do various common indicators have in acids and bases? Rather than learning off a list, get them to do it – set up test-tubes with a small amounts of acid in them, and a second set with small amounts of different bases. In pairs, add a drop or two of indicator to an acid and a base, and note the colours. They should draw a table with the name of the indicator and their colours in acid and base. Now ask the question: what happens to the colour if I add a base to an acid? They should be able to guess that the colour will change. Why does it change and at what point will it change? Get each pair of students to measure 20 drops of acid using a disposable plastic dropper into a small beaker or test-tube, add a drop of indicator and note the colour. They should then add the base drop by drop into the acid, shaking between drops, until the indicator just changes colour. After recording the number of drops they should repeat the experiment to

check if it takes the same number of drops each time. Does the indicator used make a difference? Get the students to do it again with a different indicator and if the indicators have been chosen properly, the two answers should be almost the same (within experimental error, i.e. within 1 or 2 drops).

What is going on? Clearly from the colour change the base is destroying the acid and at some point all the acid has gone and there is an excess of base. What they have discovered is an end-point and what they have done is a titration, although we haven't yet used the terminology. The students have also found out that bases destroy or neutralise acids. **What is formed?** The students don't know yet what happens when a base is neutralised by an acid. They can do the same experiment (using droppers) but without an indicator to the same end-point and then boil the solution to dryness to find that a white solid (a salt) has been produced, which when re-dissolved in water is neither acidic nor basic. **What has happened?** A new substance (a salt) has been formed when an acid and base react with each other. The teacher can then move on to write a simple word equation for what has happened and later to do titrations with a burette and pipette. But the idea of a titration and the role of an indicator should have been firmly established in the students' minds. The apparatus is simple and cheap, only small amount of chemicals are needed and a lot of work can be done in a short time. The method can be used to compare the concentrations of different brands of vinegar etc.

Danger: overload!

One of the problems in teaching science in school is overloading the students' short term memories. We try to do too much, too quickly and we wonder why the students cannot cope, why they don't understand what they're doing and why they often default to following the recipe or rote learning. In the example above about titrations, this is often introduced to beginners by expecting them to learn to use the equipment (which may be new to them and involves new skills); understand what a titration involves and the role of the indicator; and then doing the calculations, which use the mole concept, something students have great difficulty with. When we do it like this we are expecting students to do too much and mixing up learning manipulative skills and understanding the concepts behind titration. We wonder why they can't cope and don't understand what they are doing, but we have designed a learning experience which is too complex and overloaded. It is better to break down the task into smaller, self-contained sections and then put them together at the end.

1. First introduce the idea of acids and bases and indicators for identifying and classifying them.
2. Use droppers to introduce the idea of titration and the end-point and neutralisation.
3. Practise the skills of using burettes and pipettes to measure out volumes precisely, use pipette fillers, fill burettes etc. by measuring out volumes of water, weighing the water delivered and using the temperature and a table of density, work out the volumes delivered compared to what they should be. By repeating this simple procedure the students are introduced to the idea of accuracy (delivering the right amount) and precision or reliability (how reproducible the volumes are). The manipulative skills can be polished and precautions learnt in a non-threatening context.
4. We can now put the skills to use by doing a titration using dilute acids and bases for both safety and economy (0.01M strong acids and bases work well) to find a reliable end-point.
5. The volumes used and the concentrations can now be related to the equation and the number of particles (moles) of acid and base used. This can be done first with known concentrations to show that the end-point is reached when the number of reacting particles of acid balances that of the base. The titration can then be repeated to find an unknown concentration.
6. Finally, the students can be encouraged to devise an experiment, using their new skills, to analyse samples of vinegar and compare value-for-money on everyday products. For example, how do different bleaches compare for concentration of oxidant and value for money? What is the percentage of water in washing soda crystals? These experiments involve using standard laboratory skills to solve a real problem, where the answer isn't known by the pupils. Some school chemistry students in New Zealand analysed different drinks for Vitamin C and found that their samples of Ribena contained **no** vitamin C: the manufacturer was taken to court and fined for misleading the customer.

The overall strategy here is breaking a complex task into smaller tasks, which can be mastered separately, and then put them together at the end to solve a practical problem. Once the skills have been mastered they can be used to investigate interesting open-ended problems.

Some objections

Two main objections are often raised by science teachers when you try to encourage them to do more experiments and when you try to get them to use inquiry or discovery methods: lack of time and lack of resources, both of which have some validity.

a) The first objection is the lack of time and doing practical work, rather than reading about experiments in the books, does take more time and using inquiry takes more time than more conventional (follow the recipe) approach to practical work. This is usually true because it does take more time to investigate something, especially if the students are involved in the experimental design and planning, compared to doing a structured exercise from a worksheet. The main question, however, is whether this extra time is worth it in terms of what students get out of the practical work. It might well be a case that 'less is more' – that students will learn better laboratory skills, learn about the nature of science and learn more in-depth about some areas of science. The argument in favour is that teaching students how to fish is better than giving them fish, especially fish that has been prepared and cooked by someone else.

b) The second objection is the lack of resources and facilities to do practical work properly. Adopting an IBSE approach where all students are actively involved in practical work may well need more time in a laboratory, and more equipment and chemicals. However, a lot of real experimental work can be done with simple equipment and everyday materials and chemicals. I have heard teachers say that they don't let students in lower secondary school do practical work because 'they are not able to do it' and because 'there will be too many breakages and too much waste'. If we use this argument we would never do any practical work, because students only become able by doing and making mistakes and practising. In fact, the more practical work they do the more proficient they will become. Isn't this true in every other area of life from riding a bicycle, cooking and learning a musical instrument?

This is what Joseph Priestley wrote about the situation in England in 1790 (quoted in Armstrong, 1925, p. 20), remembering that at that time science was called natural philosophy and that scientists were natural philosophers

*".. I would observe that, if we want to lay a good foundation for a philosophical taste and philosophical pursuits, persons should be accustomed to the sight of experiments and processes **in early life**. They should more especially be early initiated in the theory and practice of **investigation**, by which many of the old discoveries may be made to be really **their own** – on which account they will be much more valued by them. And, in a great variety of articles, very young persons may be made so far acquainted with everything necessary to be previously known, as to engage (which they will do with particular alacrity) in pursuits truly original."* (Emphasis in the original)

This is a rationale for introducing inquiry into school science education as early as possible – and it was written 225 years ago. **Truly IBSE is not new at all.**

A major barrier

The objections raised above need not be insurmountable, as 'where there is a will there is a way'. The attitudes of science teachers to practical work, deficiencies in their own training and their lack of experience of IBSE are greater barriers to the use of more inquiry-based experiments in schools. If a science teacher never experiences IBSE themselves in school or in university (where set, prescribed practical work is often the norm), receives little instruction to in teacher training or in CPD courses, goes back into a school system where inquiry is not practiced, encouraged or supported, then the likelihood of the teacher implementing IBSE in their own school and laboratory is small. We have to find some way of breaking this

vicious cycle (Childs, 2014) which only serves to perpetuate the *status quo* and a traditional, didactic approach to teaching science, where an experiment is only an exercise and an investigation means following a recipe.

Conclusion

I hope I have given you a flavour of what teaching science experimentally might look like. It may take more time than copying out the answers from the book or board but I think there will be more understanding and less regurgitation. After exposure to this approach the students will understand what science is about and how scientists go about investigating the world and how they find out the things written in their textbooks. They will have been exposed not only to manipulative skills (pouring and filtering) but also to thinking skills (how? why? what if?), which are the essence of real science. You never know, if exposed to real, experimental science then they might enjoy science more, they might understand it better and they might want to go on and study science further so they can ask more questions and find out the answers for themselves. These ideas are not new or original – they have been around since the late 19th. century and were then known as the heuristic method and later on as discovery learning, and influenced many of the science curriculum projects of the 1960s and 70s, and in more recent years IBSE.

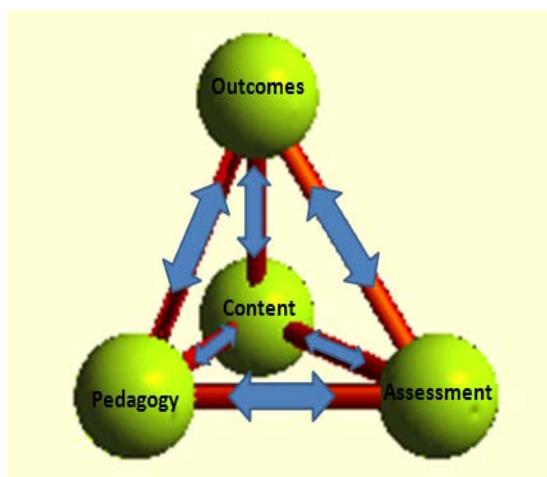


Figure 1: The four aspects of the science curriculum

To change the system we must first start with the teachers, and pre-service science teachers, in giving them the training and experience and the vision to implement IBSE. This cannot be done overnight or in a few short workshops, or through limited involvement in an EU project. Neither can it be done unless there are also changes in the curriculum – particularly in the content and expected outcomes, and in the assessment. Pedagogy usually conforms to the curriculum, not the other way round. The whole system (Figure 1) needs to be changed and there needs to be a consistent, integrated approach to every aspect of the curriculum, if we are to change the way practical work is done and to bring real inquiry into science teaching. In the 21st. century it's surely time to put the experiment back into science.

References

- Armstrong, H.E. (1925). *The teaching of scientific method and other papers on education*. 2nd Edition. London: Macmillan.
- Brock, W.H. (1973). *H.E. Armstrong and the teaching of science 1880-1930*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brock, W.H. (1979). From Liebig to Nuffield: A Bibliography of the History of Science Education, 1839-1974. *Studies in Science Education*, 2 (p. 68).
- Childs, P.E. (2014). Breaking the vicious cycle in chemical education. In *Proceedings 3rd Edition New Perspectives in Science Education*, ed. Pixel, Florence: Pixel, 420-425.
- Westaway, F.W. (1947). *Science teaching*. London and Glasgow: Blackie.

A Scientific Approach to the Teaching of Chemistry. Evidence from Research

Norman Reid

Emeritus Professor of Science Education, University of Glasgow, Scotland

e-mail: dr_n@btinternet.com

Abstract

Chemistry is a subject where new developments are continually occurring making it difficult for teachers to keep up to date. Chemistry is regarded as a difficult subject by many learners. This paper seeks to summarise some of the research evidence and to explore *why* chemistry is difficult and what we can do about it.

Introduction

Various studies of many decades ago have identified the main problem areas (Johnstone et al., 1971) but we need to know *WHY* certain topics caused problems. There are two possible main sources of the difficulties:

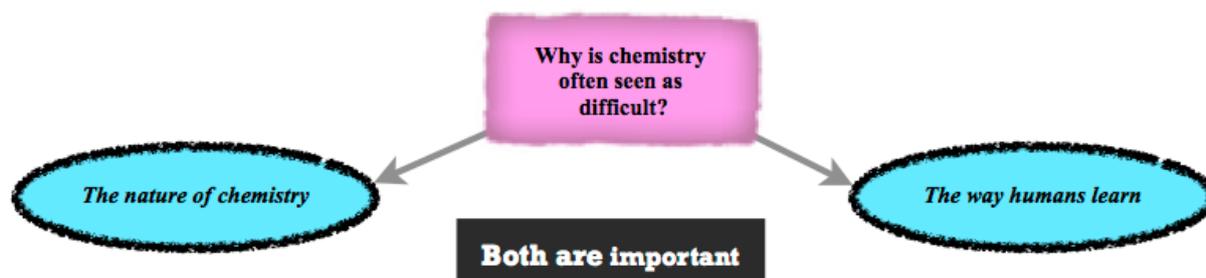


Figure 1. Why is Chemistry Difficult?

This article summarises the evidence from carefully conducted research and then seeks to point to some key principles that will help us to make chemistry more accessible and exciting for our students. This research is parallel to the kind of research which takes place all the time in chemistry. The only difference is that we are seeking to develop understandings about how we learn a subject like chemistry. For many years, studies were carried out to try to make the difficult topics of chemistry more accessible. The breakthrough came in 1980. Kellett was trying to see why learning organic chemistry at school level was such a problem. Looking at the enormous amount of data she had gathered, suddenly she appreciated that the difficulty was all related to '*information load*'. It seemed that the human brain could only cope with a limited amount of information *at any one moment of time*. Working with Johnstone, she started to consider the possible psychological explanations for this observation (Johnstone and Kellett, 1980).

The work of Miller (1956) was seen as important and gave the clue. Miller had found a simple way to measure the capacity of part of the human brain, using a simple test. This part of the brain is now known as the 'working memory' and numerous studies (Baddeley, 2000, 2002; Reid, 2008, 2009, 2012, 2013a,b; and a journal issue (1)) have shown:

- 👉 Its capacity is fixed and limited
- 👉 Success in almost all learning is controlled by its capacity
- 👉 The capacity grows with age and reaches its maximum by about age 16
- 👉 Working memory capacity is not neatly related to either ability or intelligence

In some brilliant work, Johnstone and Elbanna (1986, 1989) measured the capacity of the working memory of over 300 first year university students, using two methods, now known to be highly reliable. They looked at the performance of these students in a range of assessment items in chemistry, these items having a wide range of information loads. They expected that, as the information load increased, student success in the items would fall. What they found was somewhat surprising because the fall in performance was not linear (figure 2).

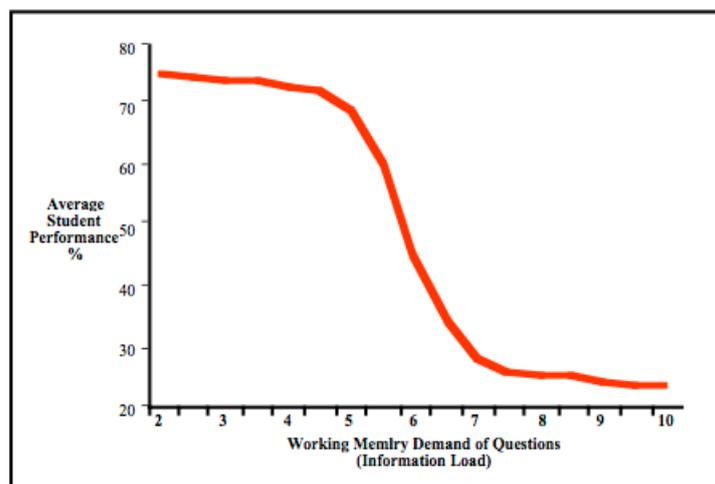


Figure 2. Information Load and Student Performance

Johnstone and Elbanna went further. They divided the whole student group into three roughly equal groups: those with above average working memory capacities, those with average working memory capacities, and those with below average working memory capacities. What they obtained is shown (in simplified form) in figure 3.

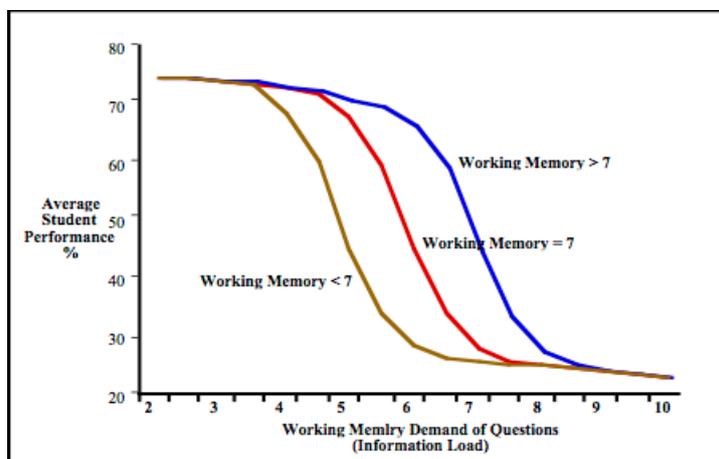


Figure 3. Information Load, Performance and Working Memory Capacity

This showed that it was the working memory capacity which was the factor controlling success. This was the key breakthrough and much research followed it. When they published their results, the neat quantitative nature of their findings was thought surprising and many repeated the experiment. Similar results were always obtained. Let us now look at the human brain:

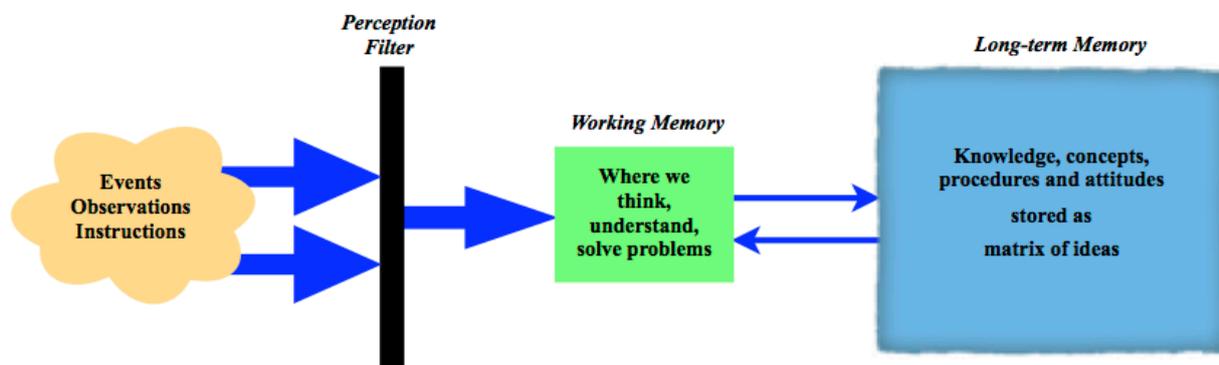


Figure 4. The Flow of Information in the Brain (based on Johnstone, 1997)

Most adults have a working memory capacity of between 5 and 9 units of information that can be held at any one time. From all the vast amount of information that comes at us every waking moment, our perception filter selects in a tiny amount, more or less sub-consciously. We use our working memories to think, understand and solve problems. It is the only part of the brain where understanding can take place, the long-term memory being a huge storage facility.

Working Memory and Success

The capacity of working memory *controls* all our learning when seen as understanding (Kirschner et al., 2006). If we happen to have an above average working memory capacity, then we can handle more ideas at the same time and this leads to greater success in assessment tasks. It also leads to greater success when we are trying to understand in a subject like chemistry. It is found that the capacity of working memory grows with age. A 12-year old can only handle, on average, FIVE units of information. By age 16, the capacity has grown, on average, to SEVEN. Thus, some topics in chemistry CANNOT be understood at too young an age and, very often those who design school curricula are *unaware* of this and ask teachers to do the impossible with their students! In order to pass examinations, the students then resort to memorisation. The problem is that conceptual material tends to be taught quite early in chemistry - Johnstone argues unnecessarily too early (Johnstone, 2000). To understand such topics requires a working memory capacity which few students possess at a younger age. For example, concepts like energy are remarkably demanding on working memory while introducing ideas like ionic bonding too early will almost always cause problems. We are asking our students to grasp the '*molecular*' understandings of chemistry before they have even got to grips with the descriptive aspects.

The limitations of working memory capacity also offers an explanation why so many students cannot do the mathematics in a chemistry classroom. The working memory can cope with the mathematics. The working memory can cope with the chemistry. It has insufficient capacity to cope with *both at the same time*. Research has shown that the limited capacity of working memory can lead to very considerable differences in marks gained in tests and examinations. For example, in a study with Greek school students (Danili and Reid, 2006), it was found that having an above average working memory capacity gave a 16% advantage in Chemistry marks when compared to having a below average working memory capacity. This means that part of a student's success in chemistry depends on their working memory capacity, and this is fixed genetically, not open to expansion, and not a measure of ability.

Why is Chemistry Particularly Difficult?

An interesting idea was published in 1999 which offers a very simple understanding of the problem. This model was based on extensive research and which many have found helpful (Figure 5).

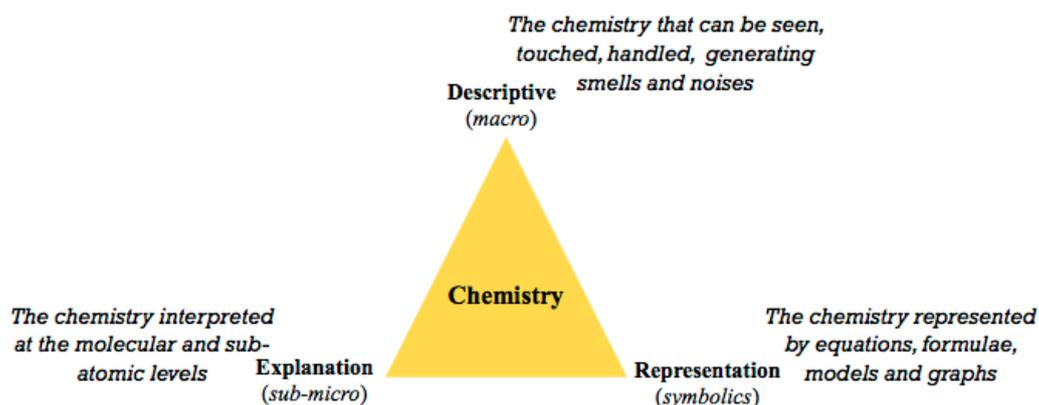


Figure 5. The Chemistry Triangle (from Johnstone, 1999)

The point that Johnstone emphasised is that working at all three corners of the triangle *at the same time* creates the likelihood of considerable working memory overload. As chemistry teachers, we are experienced enough to be able to handle the descriptive and relate it to the sub-microscopic while using all kinds of symbolisms to represent what we understand. The novice learner cannot do this: there will be working memory overload. When some of the information is so familiar that it can be handled in an almost automatic way, then this leaves space in the working memory to take on more aspects. He argues that chemistry teaching must start with the descriptive. Only when that is well established can we introduce sub-microscopic understandings. The representational needs to be introduced very gently step by step. There is sound logic to his argument. (Johnstone, 2000)

Goals for Chemistry Education

We need to be very clear WHY chemistry is taught at school levels and at university levels. Look at it another way. Imagine no chemistry was taught at school levels at all - what difference would it make to education? For a few, school chemistry will be an essential qualification for further study - including study in other sciences, medicine, engineering, dentistry. For everyone at school level, chemistry gives an opportunity to reveal how the sciences gain their insights and understandings about how the world works: the central role of experimentation. It is also important that all school students gain some awareness of the quite enormous impact chemistry developments have made in making possible modern lifestyles (Reid, 1980, 1982). For university students studying chemistry, the same three goals are also important. It is often assumed that university chemistry graduates all continue on with careers in chemistry but many surveys have shown that a degree in chemistry opens doors to a very wide range of careers, most of which are not as practising chemists. The goals can be summarised:

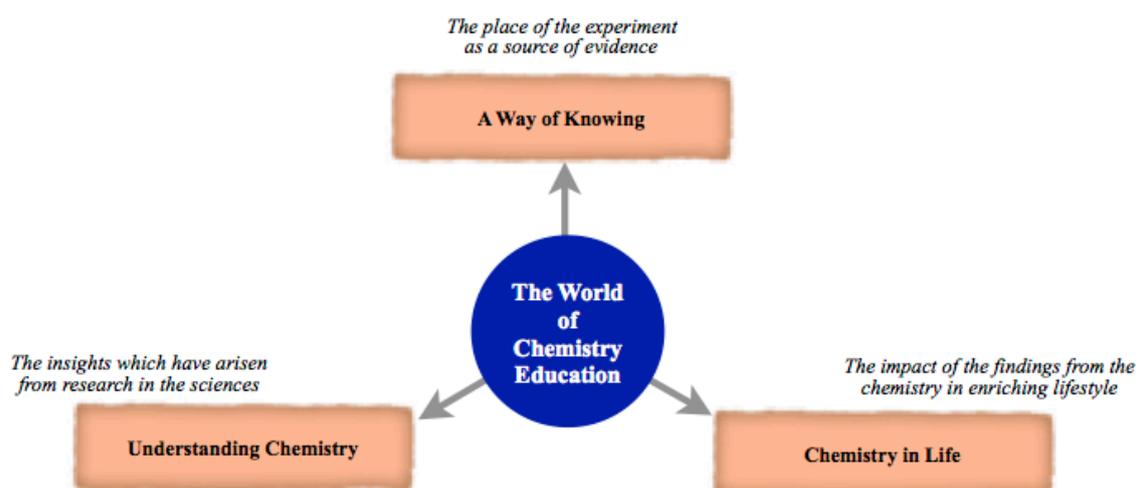


Figure 6. Goals for Chemistry Education

These goals need not to be in any conflict. Much school chemistry focusses far too much on generating a population who have absorbed much chemistry information with occasional references to understanding, while ignoring the enormous impact of chemistry as a science discipline in generating ways of thinking and changing daily life out of all recognition when compared to that of 100 years ago. It is worth reading a paper by Johnstone (2009) where he argues from very strong evidence that we could prune our chemistry curricula extensively. We need to remember:

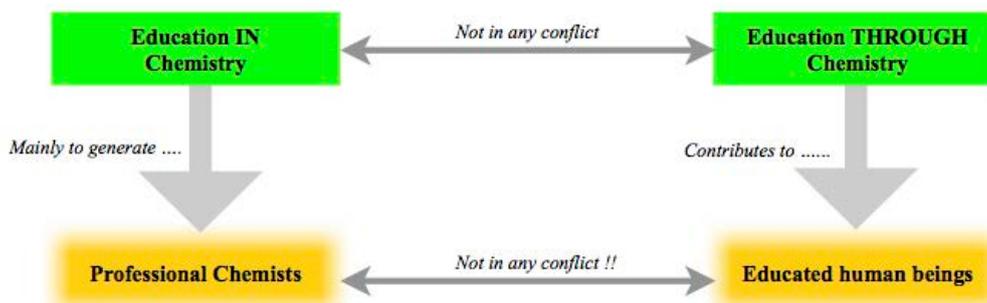


Figure 7. Education IN and Education THROUGH

At school level, education THROUGH chemistry must dominate while, at university level, education IN chemistry gains increasing importance. There is extensive evidence that seeking to education THROUGH brings a bonus of increasing the education IN (see Hussein and Reid, 2009, for circumstantial evidence).

Apply Research Evidence to Practical Teaching and Learning

We start by listing some key findings:

- (1) Understanding chemistry is controlled by the limited capacity of working memory (Johnstone and Elbanna, 1986, 1989).
- (2) Positive attitudes towards chemistry increase when learners are able to understand and are not forced to memorise to pass examinations (Hussein and Reid, 2009; Jung and Reid, 2009).
- (3) As long as examinations give rewards for correct recall and recognition and largely ignore other skills, then teachers and learners will emphasise memorisation (Almadani et al, 2012).
- (4) As well as being completely unfair, international comparisons place far too much focus on correct recall, distorting national priorities (Simon et al. 2013; Almadani et al., 2012).
- (5) The focus on attainment in schools has now totally distorted the way teaching and learning is conceptualised, causing a deterioration in education (Robinson, 2010; Simon et al. 2013).

Let us look at practical ways forward in seeking to enrich what we do in chemistry learning.

Assessment

It is an interesting observation that most chemistry learners gain their answers by recalling something (Almadani et al. 2012). Many test items aim to probe understanding but, very often, the candidates still fall back on recall. There are ways to test conceptual understanding where recall is unlikely to lead to success. Perhaps the most powerful is the structural communication grid format (see appendix for an example) and this is widely applicable in chemistry (Bahar et al., 2000; Johnstone and Ambusaidi, 2000, 2001). A series of studies has shown that multiple choice testing is highly flawed (Friel and Johnstone, 1978, 1979a, 1979, 1988). The structural communication grid format offers one useful way forward. Numerous studies have shown that success in chemistry questions depends heavily on working memory capacity. It has also been shown that minimising this effect is possible (one study in mathematics: Reid, 2002). It is critical that all questions we ask are designed in such a way that we minimise the limitations of working memory. This does NOT mean making all questions undemanding. It DOES mean that we design questions which do *not* give this unfair advantage to those who happen to have above average working memory capacities.

The simple way to do this is to look critically at our assessment questions and estimate how many pieces of information and procedural skills our students will have to hold in their working memory *at the same time*, for any prospect of success. Ideally, this should be kept well below the average working memory capacity for the age of our students. This will make the question fair for all. The other main area is to consider how we can *change* our teaching so that the limitations of working memory capacity do not hinder understanding. It must be stressed that no matter how good a curriculum is, no matter how inspired our teaching is, no matter how committed the learners are, tests and examinations that give most of the rewards to recall and recognition will simply DESTROY good chemistry education. National school examinations have an enormous '*backwash*' effect on what is going on in schools while looking at past papers almost defines the agenda for both university and school students.

Summary

- 🕒 Examine all assessment questions to minimise the effects of working memory capacity limitations.
- 🕒 Reduce the dependence on multiple choice question formats.
- 🕒 Use a wider range of assessment formats to offer assessment rewards for much more than recall-recognition.
- 🕒 Ignore the claims from international assessments or, indeed, any use of assessment to compare schools - the methodology is invalid.
- 🕒 Seek in all assessments you construct to gain evidence of understanding and ability to think critically and creatively about chemistry.

Lecture Type Learning

Lecturing holds a central role in most university teaching and learning. In a remarkable series of studies, it has been shown that the efficiency of learning can be greatly enhanced by reducing the information load on the working memory by enabling the students to select much more efficiently from all the information coming at them. The skilled primary school teacher has been doing this for years. Secondary teachers are not as good while university lecturers are often unaware of this. It is known as pre-learning and there are several studies on this (see Johnstone and Su, 1994; Sirhan and Reid, 2001; Hassan et al, 2004). Pre-learning highlights the landmarks of the area to be taught BEFORE it is taught, overtly linking these to previously understood ideas. The landmarks guide the learners to see what was important, allowing them to focus more carefully on the important issues, leaving aside those that are not as important. This reduces working memory overload and increases understanding quite markedly.

Formal Learning

In schools, there is often much dialogue between the teacher and the learners but, inevitably, the teacher controls the agenda. However, textbooks and worksheets are often employed. It has been shown in several studies that the design of such material is critical. The usual problem again rests with working memory overload. In a high concept subject like chemistry, the possibility of working memory overload is very considerable (Danili and Reid, 2004). There are a few research studies which have deliberately re-designed the teaching to reduce the possibility of working memory overload. In these studies, the material to be taught was *not* changed, the time was *not* changed and known areas of learning difficulties were *not* avoided. Indeed, in none of the studies was there any teacher re-training. All that was done was to re-cast the written materials (which provided information input and also directed the tasks the students undertook), taking into account the limitations of working memory capacity (Danili and Reid, 2006; Hussein and Reid, 2009; Chu and Reid, 2012). In these studies, it was found that simply following these strategies in re-designing written materials generated a quite extraordinary improvement in performance in assessments.

These studies took place in *different* countries, with *different* curricula, *different* ages, and *different* teachers. Nonetheless, they all showed the same pattern of outcomes. Thus, it is possible to re-think the way we teach in the sciences so that the limited working memory capacities of our students is less likely to

be overwhelmed. This does NOT mean changing the topics to be taught or complex re-training of teachers. Chemistry, by its very nature makes high demands on limited working memory capacity. As teachers of chemistry, we have shown some measure of success in the study of chemistry. However, the majority of our students will see the subject as difficult simply because of its intrinsic high working memory demand. Nonetheless, it is not too difficult to re-think our teaching approach to reduce this demand, making the subject much more accessible to many more school students. Figure 8 illustrates some of the strategies that help to minimise working memory overload when designing written text.

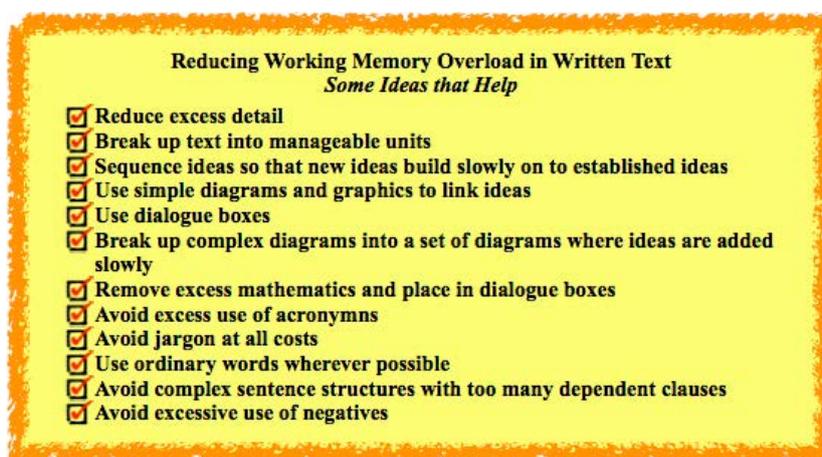


Figure 8. Strategies to Reduce Working Memory Overload

Learning in the Laboratory

Numerous research studies have shown consistently that students enjoy laboratory work. However, the work of Johnstone offers considerable evidence that not too much learning actually occurs and points to better ways forward (Johnstone and Letton, 1990; Johnstone, 1998; Johnstone and Al-Shuaili, 2001). Part of the problem is that the purposes for laboratory work are often inappropriate (Reid and Shah, 2001). Thus, a simple analysis shows that most students who undertake courses in chemistry will *never* become practising chemists. Therefore, the specific practical skills associated with the laboratory are *not* very important. Indeed, those who progress into industrial or academic careers often only require a small range of techniques and these are often developed on the job. Of much greater importance is to see the laboratory in making chemistry real, in illustrating ideas and beginning to develop the important idea that chemistry, as a science, develops its ideas by means of experimental evidence. Perhaps, these outcomes are best left unassessed but that is another story.

Of course, chemistry laboratory work is expensive in terms of materials and time. It is important that the time is used effectively. In some early research work in the 1980s, it became very clear that laboratories are very demanding in terms of information. Our students face unfamiliar materials, equipment, surroundings. They have to come to terms with written and verbal instructions. Sequences of operations have to be carried out correctly and care is needed to follow safety instructions and get '*right answers*'. The potential for information overload is enormous and the working memory quickly is overwhelmed. The outcome is that the learners concentrate on following the essential instructions, with no working memory capacity left for thinking or understanding (Johnstone and Wham, 1979). Some research in the 1980s and 1990s considered the need for pre-laboratory experiences. Here, in a matter of 15-20 minutes before the laboratory time, university students were given tasks which revised the underlying ideas in the experiment they were to face. As with pre-lectures, the key landmarks of the area of chemistry were highlighted. The students then could face the experiments with a clearer idea of the key ideas and their perception filters would select from all the information coming at them what was of greatest importance, thus reducing the possibility of working memory overload (Johnstone, et al., 1994, 1998).

Pre-labs are now used widely in chemistry in university courses and a monograph (Carnduff and Reid, 2003) has summarised what is known, giving exemplars of pre-lab exercises and guidance on how they can be developed and used. Of great importance, the chemistry laboratory is an opportunity to introduce the way that chemistry works to obtain its insights. However, the laboratory is very often a place which is very

high on information. Research has shown that working memory overload is common. The idea of preparing the mind for learning in the laboratory is, therefore, important. The student can then gain so much more.

One factor that can often make laboratory learning ineffective is assessment. The danger is that we assess what we are *able to assess easily*. Such outcomes are usually not what is really important. It is often much better to give credit for the *satisfactory completion* of a laboratory rather than try to mark reports or use checklists. Much relates to the way the brain processes information and the findings can be summarised for all learning (figure 9).

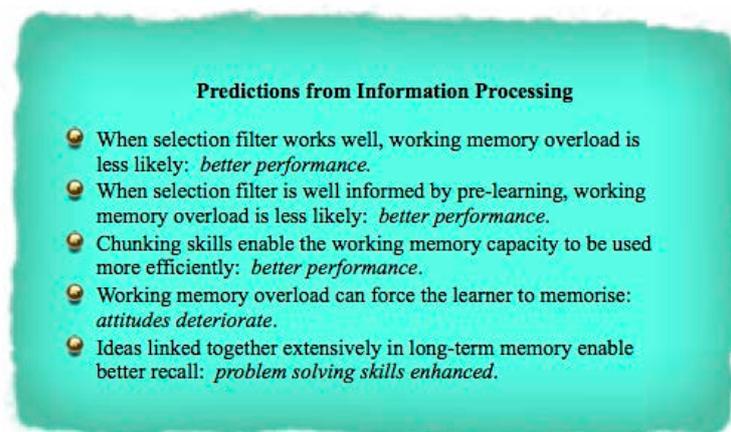


Figure 9. Understanding the Brain: Improving Learning

Miller (1956) used the word '*chunking*' to describe the process where several ideas are grouped together so that the working memory see them as ONE unit (or chunk). It appears that this skills comes mainly from experience and cannot be taught easily.

Attitudes to Chemistry

What is found universally is that the students who have less success tend also to have poorer attitudes. There is *no evidence* to show that the lack of success causes the attitudes or vice versa. It seems that lack of success and poor attitudes simply tend to go together, each feeding of the other. The real question is to ask why so many students are '*turned off*' by chemistry. Is there anything we can do about it? Numerous studies have describe the way attitudes change with time (Hadden and Johnstone, 1982, 1983a, 1983b) and have identified the key factors that generate positive attitudes (Reid and Skryabina, 2002a, b). Much later, when Hussein re-designed the school teaching materials to reduce working memory overload, he happened to observe that attitudes towards learning chemistry had been transformed (Hussein and Reid, 2009). Was this cause-and-effect? In a later study, Jung and Reid (2009) were able to show clear evidence that it was, indeed, cause-and-effect. Indeed, this is consistent with the findings of long ago when Jean Piaget, the famous Swiss-French psychologist, showed that the natural way of learning was to try to understand (Flavell, 1963). If understanding proves difficult or even impossible, then attitudes towards the learning deteriorate rapidly. Research has shown that the enjoyment of learning does *not* relate simply to some perception of how easy the subject is seen. Indeed, there are studies which show that more difficult tasks are *more* enjoyable. Enjoyment comes when the learner can be successful in understanding: *making sense of the ideas of chemistry as they relate to their world*. If understanding is not possible because of limitations in working memory capacity, then satisfaction drops rapidly and the students attitudes towards their studies in chemistry deteriorate.

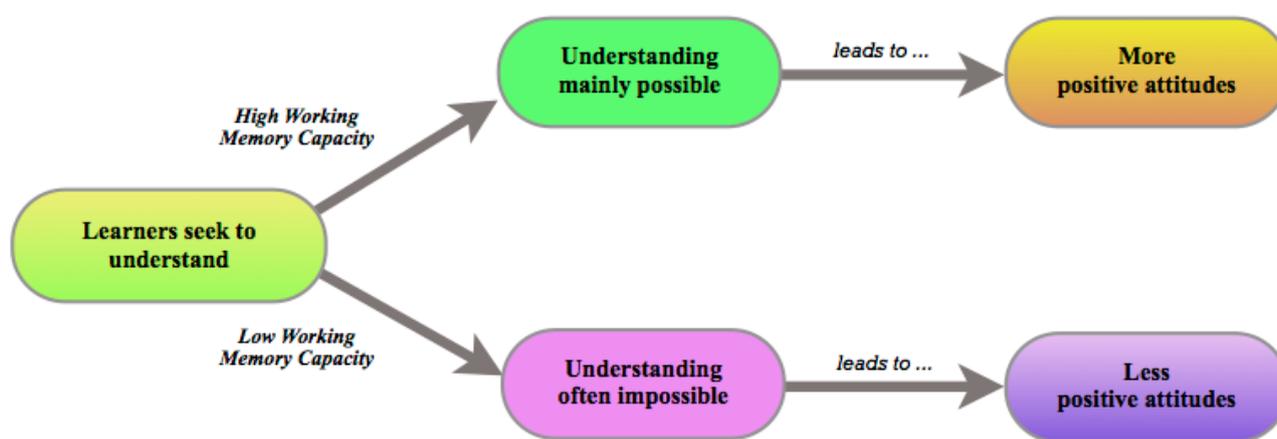


Figure 10. The Route to Attitudes

Bringing it All Together

A considerable amount of research has been described in this article. The aim is to suggest that we need to base our curriculum development and our teaching on the *evidence* which has been available through *research*. As scientists, opinion has no place here! Here is a summary to help us as teachers in our work (Reid, 2010):

- We need to recognise that the difficulties for our students when they learn chemistry lie in the nature of chemistry itself and in the way we all learn. Chemistry can be highly conceptual and this makes great demands on limited working memory space, often making understanding not easily accessible.*
- We need continually to challenge our teaching in order to present chemistry in ways which minimise working memory overload. This can be achieved, for example, by re-thinking teaching order, by breaking down some areas in parts, by sequencing ideas so that one idea builds on other ideas.*
- We need to check all our assessment questions to ensure that we are not placing excessive loads on limited working memory capacity. We can look at each question and ask how many things the student has to hold and manipulate at the same time in order to get an answer.*
- Wherever possible, we need to employ pre-learning experiences. Before new topics are introduced, it is important to make sure that the underlying ideas are revised and used as landmarks in learning. Before each laboratory experience, make sure that the key underpinning ideas are revised and brought to the surface.*
- Always aim at understanding and check regularly to see if this is happening. Make sure that the 'understanding' message is consistent by ensuring that our formal test and examination questions are actually testing understanding.*
- Relate chemistry continually to the real world experience of our students. We may not be able to change the curriculum to be applications-led but we can adapt our teaching to make applications have a dominant focus.*

Chemistry learning should be exciting and one of the key ways is to develop a curriculum which is applications-led. In such a curriculum, the chemistry to be taught and the way it is presented is determined by the applications of chemistry in the world around (Reid, 1999, 2000). By its very nature, an understanding of chemistry contributes considerably to our understanding of the world around and how it works. Also, by its nature, chemistry is making discoveries every day. The aim of chemistry teaching has to be to develop a generation of learners who can understand the key ideas of chemistry and see something of the contribution of chemistry to our lifestyles and our culture. Of course, a few of them may go on to make their own contributions to new understandings in the world of chemistry.

Notes

For an overview, see *Research in Science and Technological Education*, (2009), 27(2):

The Concept of Working Memory, 131-138.
Working Memory and Difficulties in School Chemistry, 161-186
Working Memory, Performance and Learner Characteristics, 187-204.
Working Memory and Attitudes, 205-224.
Working Memory and Science Education, 245-250

References

- Almadani, K., Reid, N. and Rodrigues, S. (2012). What examinations test, *Problems of Education in the 21st century*, 1(1), 6-19.
- Baddeley, A.D., (2000). *Working Memory*, Oxford: University Press.
- Baddeley, A.D. (2002). Is Working Memory Still Working, *European Psychologist*, 7(2), 85-97.
- Bahar, M., Johnstone, A.H., Hansell, M.H. (2000). Structural Communication Grids: a valuable assessment and diagnostic tool for science teachers, *Journal of Biological Education*, 4(2), 87-89.
- Carnduff, J. and Reid, N. (2003). *Enhancing Undergraduate Chemistry Laboratories*, London: The Royal Society of Chemistry, ISBN 0-85404-378-0.
- Chu, Y-C and Reid, N. (2012). Genetics at school level: addressing the difficulties, *Research in Science and Technological Education*, 31(1), 1-25.
- Danili, E. and Reid, N. (2004). Some Strategies to improve performance in school chemistry, based on two cognitive factors, *Research in Science and Technological Education*, 22(2), 203-226.
- Danili, E. and Reid, N. (2006). Some potential factors affecting pupils' performance, *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 64-83.
- Flavell, J. (1963). *The Development Psychology of Jean Piaget*, Princeton, N.J : D. Van Nostrand.
- Friel, S and Johnstone, A. H. (1978). Scoring Systems which allow for Partial Knowledge, *Journal of Chemical Education*, 55(11), 717-9.
- Friel, S and Johnstone, A. H. (1979a). Seconds Thoughts in Multiple Choice Tests in Science, *Journal of Chemical Education*, 56(5), 326,.
- Friel, S and Johnstone, A. H. (1979b). Does the Position of the Answer in a Multiple Choice Test Matter?, *Education in Chemistry*, 16(6), 175.
- Friel, S and Johnstone, A. H. (1988) Making Test Scores Yield More Information, *Education in Chemistry*, 25(2), 46-49.
- Hadden, R.A. and Johnstone, A. H. (1982) Primary School Pupils' Attitude to Science: The Years of Formation, *European Journal of Science Education*, 4(4), 397- 407.
- Hadden, R.A. and Johnstone, A. H. (1983a) Secondary School Pupils' Attitude to Science: The Year of Erosion, *European Journal of Science Education*, 5(3), 309- 318.
- Hadden, R.A. and Johnstone, A.H. (1983b) Secondary School Pupils' Attitude to Science: The Year of Decision, *European Journal of Science Education*, 5(4), 429- 438.
- Hassan, A.K., Hill, R.A. and Reid, N. (2004) Ideas Underpinning Success in an Introductory Course in Organic Chemistry, *University Chemistry Education*, 8, 40-51.
- Hussein, F. and Reid, N. (2009) Working Memory and Difficulties in School Chemistry, *Research in Science and Technological Education*, 27(2), 161-186.
- Johnstone, A. H. (1997) Chemistry Teaching, Science or Alchemy?, *Journal of Chemical Education*, 74(3), 262-268.
- Johnstone, A. H. (1998) Laboratory work does not interest students, *University Chemistry Education*, 1998, 2(1) 35.
- Johnstone, A. H. (1999). The Nature of Chemistry, *Education in Chemistry*, 36(2), 45-48.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice* 1(1), 9-15
- Johnstone, A. H. (2009). You Can't Get There from Here, *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29.
- Johnstone, A. H. & Al-Shuaili, A. (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature, *University Chemistry Education*, 5(2), 42-51.
- Johnstone, A. H. & Ambusaidi, A. (2000). Fixed Response Questions: What are we testing? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(3), 323-328.

- Johnstone, A. H. & Ambusaidi, A. (2001). Fixed response questions with a difference, *Chemistry Education: Research and Practice*, 2(3), 313-327.
- Johnstone, A. H. & El-Banna, H. (1986). Capacities, Demands and Processes: a Predictive Model for Science Education, *Education in Chemistry*, 23(3), 80-84.
- Johnstone, A. H. & El-Banna, H. (1989).. Understanding Learning Difficulties - A Predictive Research Model, *Studies in Higher Education*, 14(2), 159-68.
- Johnstone, A. H. and Kellett, N. C. (1980). Learning Difficulties in School Science - Towards a Working Hypothesis, *European Journal of Science Education*, 2(2), 175-81.
- Johnstone, A. H. and Letton, K. M. (1990). Investigating Undergraduate Laboratory Work, *Education in Chemistry*, 27(1), 9-11.
- Johnstone, A. H. and Su, W. Y. (1994). Lectures - a learning experience?, *Education in Chemistry*, 31(3), 75-79.
- Johnstone, A. H. and Wham, A. J. B. (1979). A Model for Undergraduate Practical Work, *Education in Chemistry*, 16, 16-17.
- Johnstone, A. H., Morrison, T. I., & Sharp, D. W. A., (1971). Topic Difficulties in Chemistry, *Education in Chemistry*, 8, 212.
- Johnstone, A. H., Sleet, R. J. & Vianna, J. F., (1994). An information processing model of learning: its application to an undergraduate laboratory course in chemistry, *Studies in Higher Education*, 1994, 19(1), 77-88.
- Johnstone, A. H., Watt, A. & Zaman, T. U. (1998). The students' attitude and cognition change to a physics laboratory, *Physics Education*, 33(1), 22-29.
- Jung, E.-S. & Reid, N. (2009). Working Memory and Attitudes, *Research in Science and Technological Education*, 27(2), 205-224.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Clark, R. E., (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75.
- Miller, G. D. (1956). The Magical Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information, *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Reid, N. (1980). Understanding Chemical Industry - Teaching Materials, *Education in Chemistry*, 17(3), 78-80.
- Reid, N. (1982). The Time Dimension in Chemistry, *Education in Chemistry*, 19(6), 166-168.
- Reid, N. (1999). Towards an Application-Led Curriculum, *Staff and Educational Development International*, 3(1), 71-84.
- Reid, N. (2000) The Presentation of Chemistry Logically Driven or Applications-led?, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3, 381-392.
- Reid, N. (2008). A Scientific Approach to the Teaching of Chemistry, (The Royal Society of Chemistry Nyholm Lecture, 2006-2007), *Chemistry Education Research and Practice*, 9(1), 51-59.
- Reid, N. (2009). Making Science Learning Accessible, Stimulating and Enjoyable: what does research evidence tell us? *Journal of Science Education*, 10 (1), 43-44.
- Reid, N. (2010) A Scientific Approach to the Teaching of Chemistry, *Chemistry in Action*, 90, 29-44.
- Reid, N. (2012). *A Scientific Approach to the Teaching Chemistry*, in *Chemical Education*, Ladage, S. and Samant, S.D. eds., 27-54, Narosa Publishing House, New Delhi.
- Reid, N. (2013a). Successful Chemistry Education, *La Chimica nella Scuola*, 34(3), 290-297.
- Reid, N. (2013b). The Learning of Chemistry: The Key Role of Working Memory, in Devetak, I and Glaz'ar, S.A. (Eds.), *Learning with Understanding in the Chemistry Classroom*, pp. 77-101, Springer, Dordrecht Heidelberg.
- Reid, N. & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172-185.
- Reid, N. & Skryabina, E. (2002a). Attitudes Towards Physics, *Research in Science and Technological Education*, 20(1), 67-81.
- Reid, N. & Skryabina, E. (2002b). Gender and Physics, *International Journal Science Education*, 25(4), 509-536.
- Reid, P. A., (2002). *Problem Solving by Primary School Children with Particular Reference to Dyslexics*, MSc Thesis, University of Glasgow, Glasgow, Scotland.

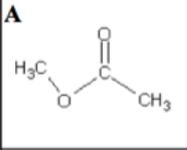
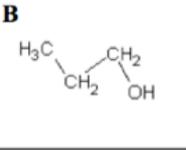
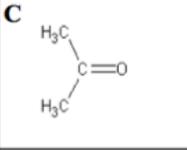
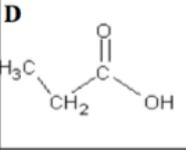
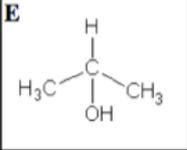
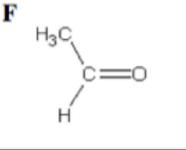
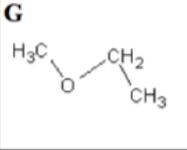
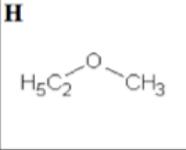
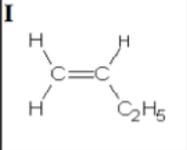
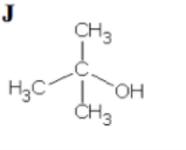
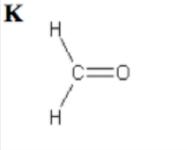
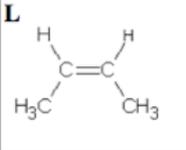
- Robinson, K. (2010). *Out of Mind, What is wrong with Education?* Oxford, Capstone.
- Simon, M., Ercikan, K., Rouseau, M., Eds. (2013). *Improving Large-scale Assessment in Education*, Routledge, London.
- Sirhan, G. & Reid, N., (2001). Preparing the Mind of the Learner - Part 2, *University Chemistry Education*, 5(1), 52-58.

Appendix

An example of a structural communication grid (from Hassan et al., 2004):

Look at the boxes below and answer the questions that follow.

(Boxes may be used as many times as you wish)

A 	B 	C 	D 
E 	F 	G 	H 
I 	J 	K 	L 

Select the box(es) which show the structure of:

- (a) An isomer of the compound shown in box G
 (b) A secondary alcohol
 (c) An aldehyde (alkanal)
 (d) A compound which reacts with bromine water to form 1,2-dibromobutane
 (e) An ester

Learning a Second Language in a Meaningful Way

Romano Firmani

Liceo Scientifico Statale "A. Orsini", Ascoli Piceno - Italy
e-mail: romano.firmani@libero.it

1. Introduction

Most Italian students at schools in Italy attend English classes because they are obliged to do so. Only a minute percentage of students are genuinely interested in learning the subject (although it does occur). There is no recipe for motivating students, because making the best of any situation is a personal decision. However, it is easier for students to be motivated if the subject is relevant to them and they find a value in it. Students' motivation has been found to play an important role in their learning strategies, critical thinking, problem solving, conceptual change and learning. Significant studies had been conducted on the motivation concept (Dweck & Leggett, 1988; Ryan & Deci, 2000, Brophy, 2004, p. 249) defined motivation to learn as "a student's tendency to find academic activities meaningful and worthwhile and to try to get the intended learning benefits from them." The tendency to seek new challenges, to use and extend their skills, and to explore new areas as well as to learn is a component of our nature. "The construct of intrinsic motivation describes this natural inclination toward assimilation, mastery, spontaneous interest, and exploration that is so essential to cognitive and social development and that represents a principal source of enjoyment and vitality throughout life." (Deci & Ryan, 2000).

Mihaly Csikszentmihalyi to explain motivation has introduced the concept of flow. The conditions of flow include: "Perceived challenges, or opportunities for action, that stretch (neither overmatching nor underutilizing) existing skills; a sense that one is engaging challenges at a level appropriate to one's capacities." and "Clear proximal goals and immediate feedback about the progress that is being made." (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2002) The active involvement of students and students' motivation are the pillars of the PROFILES project. (Bolte, Streller, Holbrook, Rannikmae, Hofstein, Mamlok Naaman, & Rauch, 2012) To accept the requirements of the project involves changing the way of teaching. The teacher's priorities are firstly the students and what they learn, and thereafter the syllabus to be carried out.

2. The didactic approach

The students involved in this study-case attend the five years' tuition at the Liceo Scientifico and they are aged between 14 and 19. Teaching the language is of high standard if compared with the various other types of schooling. Therefore, a method engaging these four basic criteria are used:

1. The more exposure and opportunities to practice language, the better for making real progress.
2. Learning a language amounts to learning by doing. This is best accomplished by imitation and drill in the classroom where the students can see and hear the teacher. The teacher serves his students best when he/she gives them utterances in the new language to imitate and checks their imitation. Because language

learning happens “as a result of the reactions among the elements that go into the crucible—the teachers and the learners” (Pawlak, Bielak & Mystkowska-Wiertelak, 2014, p. v)

3. There is nothing wrong with including material that has been previously studied, since recycling (old stuff) has been proved an efficient learning tool. In the course of their 5 years of secondary school, the ‘old stuff’ gradually decreases from approximately 70% to 0% in their fifth year.
4. Motivation through extra-curricular activities.

Students and their parents know that the oral test has 5 components. What follows is decisively condensed.

1. Reading/reciting. I explain that intonation varies according to the situation. The pupils become aware of this and find it entertaining being able to perceive that diversity which is constantly there but seldom noticed. I ask them to read using correct pronunciation as well as appropriate intonation. My advice to them is to listen to the recordings and repeat out loud for 10 minutes every day rather than one or two hours the day before their test.
2. Questions. Text books as well as literature set books contain dialogues and reading passages with relevant questions. The marking parameters are based on accurate grammar structures, correct pronunciation and completing sentences.
3. Translation English Vs Italian. In order to enter further into contact with the language, this testing method includes translating what has already been recorded (old stuff). The reading is done at normal speaking speed, never at reduced speed, while the pupil verbally translates with his book closed. From the 3rd year onwards I use unseen passages (new stuff).
4. Translation Italian Vs English. Using the recycling logic I pick out certain sentences in English (40 – 50) from the text book. The pupils then match them to the text with an Italian conversion. During the test I show them the Italian version to be translated into English. The pupils may translate differently providing it is correctly translated.
5. Reciting a poem. There are two poems to be learnt by heart and recited each school year. Any poem learnt by heart but not recited receives a negative mark.

Thanks to a clearly explained methodology, the pupils, knowing exactly what the teacher expects from them, often interact in supportive groups and develop sociable relationships. Weaker students who live in small villages may even be helped by a stronger fellow student living nearby.

3. Motivational activities

Songs. The pupils know that if the second phase of their testing is satisfactory, they can sing their favourite song in class using an accompaniment taken from the Net. They often lack confidence and are shy, however, singing a song in front of the entire class is motivating and when I say, ‘ok, now sing your song’, their eyes light up with happiness. (Bolte et al., 2013) Furthermore, the students find it a stimulus to do even better when the class applauds their singing.

The game: Who wants to be a millionaire? The students are divided into groups according to the cooperative learning method. All questions are asked in English and concern history, geography, mathematics, sport, cinema, and music. All topics contain elements of great interest aimed at provoking their curiosity. Their level of attention is at its peak. (Hidi & Renninger) It is not unusual to hear a pupil saying ‘Quiet or else we won’t understand’. The questions often include new numbers or lexicon which I spell to them. During lessons distractions may occur but while playing the game no one loses their concentration as they know it may penalize their team.



Figure 1. Historock: A Rock Opera

Historock: The musical. It is a complex play and not easy to explain in just a few lines. Its name derives from a syneresis (history + rock). The original idea was inspired on the working field – the classroom. In fact, I have to thank my pupils for the reaction they had when, from a historical point of view, I presented the Irish problem and mentioned the Cranberries' song, 'Zombie'. Their level of attention immediately soared, even if for only a few minutes. They had a very similar reaction when I introduced a sonnet by W. Shakespeare and told them it was the title of one of Sting's CDs. Henceforth, Blake and Jim Morrison, J. F. Kennedy and Simon and Garfunkel, Aung San Suu Kyi and the U2, as well as dozens of others. Through these linkages the students become far more involved in learning about William Blake, W. B. Yeats, Hemingway, etc.



Figure 2. In the prestigious theater Ventidio Basso

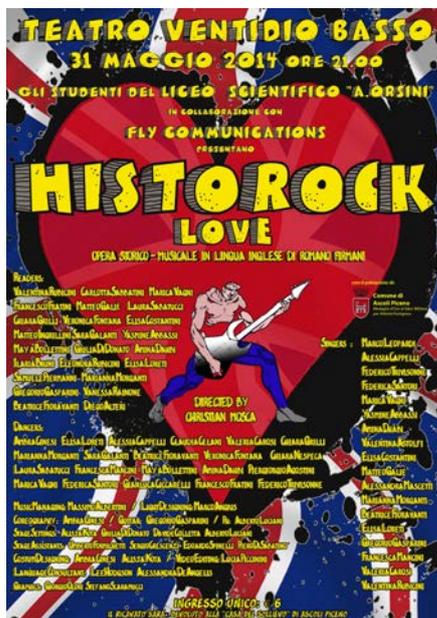


Figure 3. Historock: the poster

Taking part in this activity entails months of hard work for umpteen students. Nonetheless, many pupils compete so as to be able to participate. Parents even ask the Headmistress to put their children in my classes in order to be able to take part in this musical. The event was a great success: more than 600 spectators filled the theater.

Teaching this way means having to work harder for the same salary. Even though money is a component of the reward for the teachers, it is not all of the reward. Also students are required to a greater commitment. Nevertheless, the experience will be repeated next year. Students love this approach because besides English they may learn a way to be engaged that appeals and also a style useful for learning other subjects. Many of my students are among the best students of the school.

References

- Bolte, C., Streller, S., Hofstein, A. (2013). Motivation and interest. In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Teaching Chemistry – A Studybook*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, pp 67-95.
- Bolte, C.; Streller, S.; Holbrook, J; Rannikmae, M.; Hofstein, A.; Mamlok Naaman, R. & Rauch, F. Introduction into the PROFILES Project and its Philosophy. In *Inquiry-based Science Education in Europe: Reflections from the PROFILES Project*, Bolte, C., Holbrook, J., Rauch, F. Eds.; Berlin: Freie Universität Berlin 2012, pp 31-42.
- Brophy, J. (2004). *Motivating students to learn*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Dweck, C.S. & Leggett, E. L. (1988). A Social-Cognitive Approach to Motivation and Personality, *Psychological Review*, 95 (2), 256-273.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions, *Contemporary Educational Psychology* 25 (1), 54-67, 2000.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L., Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being, *American Psychologist*, 55 (1), 68-78, 2000, p 70.
- Nakamura, J. & Csikszentmihalyi, M. The Concept of Flow. In *Handbook of positive psychology*; C. R. Snyder & S. J. Lopez Eds.; Oxford University Press , New York, 2002, pp 89-105, p. 90.
- Pawlak, M., Bielak, J., & Mystkowska-Wiertelak, A. (2014). Preface. In M. Pawlak, J. Bielak, A. Mystkowska-Wiertelak (Eds.), *Classroom-oriented Research. Achievements and Challenges*. Heidelberg: Springer.

Scienza e arte: Un laboratorio creativo (La tintura del cavolo)

Battistini Lorenza¹, Frattoni Pina², Gallina Anna², Celestina Crosa², Guardati Nadia², Lattanzi Cinzia³, Stortini Silvia, Terzi Morena, Katuscia Palmili³,

¹ ITIS "E. Divini", S. Severino Marche (MC); ²IPSIA "Renzo Frau", sede di Tolentino (MC); ³IPSIA "Renzo Frau", Sarnano (MC).

e-mail: lorenza.battistini@yahoo.it

Introduzione

La partecipazione ad un concorso nazionale può essere la giusta occasione per insegnare le Scienze Integrate (Biologia, Chimica e Fisica) ad alunni del biennio della scuola secondaria superiore, tramite una didattica di tipo investigativo, Inquiry-Based Science Education (IBSE). In questo articolo viene illustrato il percorso fatto, ed i risultati ottenuti, con le alunne della classe II operatore della moda IPSIA "R. Frau" di Tolentino a partire dall'adesione al concorso "Adotta Scienza e Arte nella tua classe"¹. Un approccio investigativo sperimentale di tipo interdisciplinare, promuove l'apprendimento, rendendo le scienze più familiari e quindi maggiormente accessibili, anche e soprattutto per quegli studenti che guardano con diffidenza al settore scientifico considerandolo come qualcosa di "impossibile" da comprendere. Questa importante esperienza di sviluppo professionale degli studenti, di apprendimento significativo di aspetti disciplinari e di crescita umana dimostra come anche in ambienti difficili sia possibile utilizzare un percorso istruttivo che coinvolge gli studenti in un percorso di apprendimento.

Presentazione del lavoro e discussione

Le scuole professionali vengono ritenute un terreno più difficile delle altre scuole per il poco interesse degli studenti verso le materie scolastiche. Molto spesso un docente che insegna la Chimica o la Fisica si sente dire dai suoi studenti che gli argomenti affrontati sono troppo difficili e che comunque non servono a niente. In questi contesti la sfida maggiore è quella di riuscire a catturare e sviluppare l'interesse degli alunni. La didattica laboratoriale può rappresentare un formidabile punto di raccordo tra la realtà quotidiana e la teoria a monte di essa, ovvero dal macro al micro. Un ulteriore forte stimolo alla partecipazione e quindi al coinvolgimento, può provenire dalla partecipazione ad una gara nazionale, con il desiderio di mostrare le proprie abilità. Nel concorso nazionale "Adotta Scienza e Arte nella tua classe" viene chiesto agli studenti di produrre elaborati grafici originali, ispirandosi ad una delle 100+1 frasi di artisti e scienziati famosi fornite dall'ente organizzatore del concorso¹ e di abbinarvi un personale commento in forma scritta¹. Il lavoro svolto nell'ambito di questo progetto ha visto la produzione da parte delle allieve di "shopping bags" in cotone decorate con dipinti fatti a mano dalle allieve stesse.

Il lavoro è stato svolto a partire da alcuni ritagli di cotone i quali, dopo avere subito un processo di tintura e pittura vegetale, effettuati nei laboratori della scuola, sono state infine cucite con l'ottenimento del prodotto finito. La proficua collaborazione tra docenti dei diversi settori disciplinari (scientifico- tecnico-umanistico) è stata con successo trasferita alle allieve, le quali sono state protagoniste attive del loro sapere, incoraggiate dalle loro docenti che hanno svolto il ruolo di facilitatrici, piuttosto che detentrici, del

sapere. Il progetto ha avuto come unico filo conduttore la piacevole scoperta del sapere e del saper fare. Si è partiti promuovendo osservazioni e quesiti (brain storming) da parte degli studenti, circa il fenomeno del colore. Le principali domande emerse sono state: cosa è il colore?, a cosa sono dovuti i numerosi colori presenti nel mondo vegetale (fiori, frutti, piante)? come è possibile utilizzare questi colori per tingere e dipingere la stoffa?

Alla formulazione dei quesiti hanno fatto seguito ipotesi volte alla spiegazione del fenomeno colore; per scoprire la validità di tali ipotesi si è proceduto alla sperimentazione (didattica laboratoriale). Le allieve hanno lavorato in coppie eterogenee, stabilite dai docenti, in modo da potenziare le diverse abilità, favorire la collaborazione tra pari ed incentivare il lavoro di gruppo. In fisica, attraverso il disco di Newton sono stati affrontati il tema del colore e dell'interazione luce-materia. Nel laboratorio di Biologia le ragazze hanno potuto osservare i cloroplasti al microscopio e realizzare in "situ" la fotosintesi clorofilliana.



Figura 1. Osservazione dei cloroplasti in cellule di Elodea canadensis

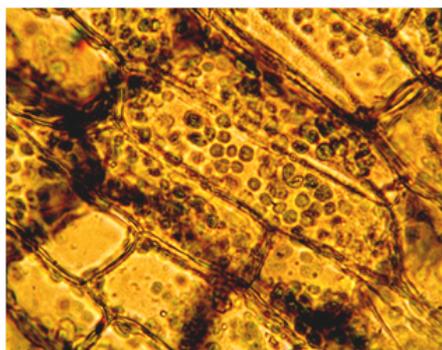


Figura 2. Cellule di Elodea canadensis con cloroplasti. La foto è stata realizzata al microscopio ottico (40x) con obiettivo collegato alla macchina fotografica digitale.



Figura 3. Dimostrazione della produzione di ossigeno durante il processo della fotosintesi clorofilliana

Nel laboratorio di chimica le alunne hanno effettuato l'estrazione del pigmento clorofilla dagli spinaci, ottenuto la separazione dei pigmenti attraverso la cromatografia su silice (TLC), come in Figura 5, ed infine utilizzato l'estratto grezzo per una prova di pittura su un campione di cotone bianco, Figura 4.



Figura 4. Prova di pittura su stoffa con estratto grezzo di clorofilla



Figura 5. Lastrine cromatografiche della clorofilla (TLC)

In seguito l'attenzione si è concentrata sul processo di tintura delle stoffe; in particolare riguardo l'uso, le caratteristiche principali e le proprietà chimiche di sostanze di natura vegetale quali: zafferano, indaco e cavolo rosso. Tra le numerose osservazioni e proposte delle allieve vi è stata quella di usare anche il caffè per tingere alcune stoffe.



Figura 6. La tintura con caffè



Figura 7. Tintura con cavolo rosso



Figura 8. Tintura con zafferano



Figura 9. Tintura con indaco

I coloranti di natura vegetale, si legano alle molecole della stoffa da colorare, in maniera stabile, grazie a veri e propri legami chimici. Si tratta di sostanze che contengono molecole o atomi con elettroni capaci di assorbire luce di particolari lunghezze d'onda. I raggruppamenti di atomi che determinano tale fenomeno sono chiamati gruppi **cromofori** (letteralmente centri del colore). La presenza di gruppi di atomi con caratteristiche leggermente acide o basiche (detti **auxocromi**) conferiscono alla molecola la proprietà di tingere. Qui di seguito alcuni dettagli riguardo alcuni dei pigmenti vegetali utilizzati:

La **cianidina** (Figura 10; $R_1=OH$, $R_2=H$) fornisce il colore **viola** della tavolozza della natura; è responsabile del colore del cavolo rosso. Il suo colore è sensibile all'acidità dell'ambiente, in soluzione acida è rosso, ma in soluzione alcalina è blu. La **crocetina** (carotenoide acido, Figura 11), come acido libero e la croceina come glucoside sono i pigmenti presenti nel fiore di zafferano. Per procedere alla coloritura la stoffa viene immersa nella soluzione bollente contenente il colorante.

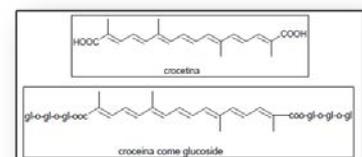
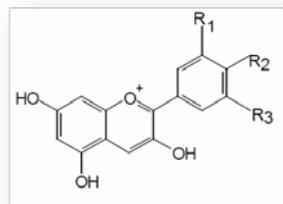




Figura 10. Il cavolo rosso ed il pigmento cianidina



Figura 11. Lo zafferano ed il pigmento crocetina (carotenoide)

Dopo aver tinto le stoffe, il lavoro delle alunne è proseguito nel laboratorio di Tecnologie e Tecniche di Rappresentazione Grafica (TTRG) dove le ragazze sono state impegnate nel disegno, pittura (eseguita sempre tramite utilizzo di pigmenti vegetali) e cucitura delle shopping bags. Le allieve sono state parte attiva anche nella produzione dei power point relativi agli esperimenti dell'estrazione della clorofilla (Chimica e laboratorio) e sintesi clorofilliana (laboratorio di Biologia).



Figura 12. pittura dei bozzetti ideati sui tessuti tinti o direttamente sulla shopping bag.

Conclusioni

A conclusione del progetto i risultati ottenuti in termini di attenzione, coinvolgimento e apprendimento significativo hanno superato ogni più rosea aspettativa. La valutazione è avvenuta attraverso l'osservazione sistematica dei comportamenti quali: capacità di coordinarsi, di relazionare, l'impegno, la partecipazione, ed i contributi significativi. Indicatori utilizzati:

Indicatore 1: partecipazione al lavoro svolto in classe nel gruppo;

indicatore 2: puntualità ed accuratezza nell'attività

indicatore 3. ascolto, e partecipazione alla discussione generale e rielaborazione

indicatore 4: ascolto, discussione e partecipazione al lavoro di gruppo

In particolare si è tenuto conto dell'intero percorso svolto dalle allieve dall'inizio fino alla fine dell'anno scolastico, quando si è concluso il progetto. In particolare, malgrado alcuni momenti di stanchezza mostrati dalle studentesse, è stato possibile registrare un significativo miglioramento in termini di coinvolgimento e apprendimento di tutte le allieve soprattutto di quelle inizialmente disinteressate. A riprova di ciò vi è stato non solo un migliorato apprendimento di alcune discipline scientifiche, ma anche il lavoro effettuato dalle studentesse in orario extracurricolare; lavoro necessario per poter rispettare i tempi di consegna degli elaborati (borse) ai fini del concorso. Altro grande motivo di soddisfazione per le allieve è stato l'arrivo in finale di concorso di tre delle cinque shopping bags realizzate dalle ragazze, di cui una risultata infine vincitrice di secondo premio.



Figura 13. Le shopping bags realizzate dalle allieve



Figura 14. La borsa vincitrice di secondo premio al concorso nazionale Adotta Scienza e Arte (1° edizione)

L'impegno, il coinvolgimento e la collaborazione di numerosi docenti afferenti a discipline dell'area umanistica, tecnica e scientifica; la metodologia didattica di tipo IBSE e le numerose attività sperimentali effettuate, hanno reso possibile il coinvolgimento attivo delle studentesse. L'applicazione dei nuclei fondanti delle discipline scientifiche quali il desiderio di sapere, di sperimentare, di formulare ipotesi per poi verificarne l'esattezza, è quanto pienamente realizzato con le allieve.

Bibliografia

1. Zecchina, A. (2012). *Alchimie nell'arte*. Bologna: Zanichelli.
2. C. Bucari, P. Casali, Ianari, A. *Chimica per l'arte*. Calderini Editore. RCS libri S.p.A. Milano ristampa del 2012
3. P. Pistarà, *chimica laboratorio*. Atlas Editore. Bergamo. ristampa del 2008
4. Felder, R. M. & Brent, R. (2003). Learning by doing. *Chemical Engineering Education*, 37(4), 282–283.
5. Fullan, M. (2006). System thinking, system thinkers and sustainability. In *Think Scenarios, Rethink Education* (pp 39-51). Paris: OECD.

Siti

1. <http://www.esplca.it/adotta>
2. <http://www.ipiasarnano.it>

Fiera della scienza: Matemagica

Teresa Carloni

I.I.S. "Corridoni Campana", Osimo (AN)

e-mail: gonnelli.carloni@alice.it

Introduzione, motivazione e metodi didattici usati

Ormai da tre anni nell'I.I.S. "Corridoni-Campana" di Osimo viene attuato il progetto 'Fiera della Scienza', che coinvolge come docenti gli alunni dell'Istituto e come partecipanti/discenti gli alunni delle altre scuole e tutta la cittadinanza. Da due anni anche la matematica ha affiancato le altre discipline per stimolare l'interesse attraverso aspetti ludici o applicativi. Molto spesso lo studio della matematica si presenta arido e lontano dalla realtà. In particolare le proprietà algebriche di base vengono memorizzate senza comprenderne la motivazione, considerandole necessarie ed autoreferenziali. La ricerca di componenti ludiche permette di inserire il divertimento nell'apprendimento, stimolando i ragazzi alla ricerca di ulteriori aspetti e proprietà inaspettate, rendendoli 'ricercatori' e sperimentatori. La curiosità, la possibilità di risultare vincitori e il senso di sfida aumentano la motivazione e innescano il desiderio di partecipare. Nella tassonomia di Robert Gagné la soluzione di problemi è una componente importante dell'apprendimento: il problem solving è riconosciuto essere una abilità cognitiva di ordine superiore. Nell'ambito della Fiera delle Scienze è stato proposto a studenti dell'I.I.S. "Corridoni-Campana" di affrontare giochi di magia matematica. I principi matematici prevalentemente utilizzati sono stati:

- regole di algebra elementare, con particolare riguardo alle proprietà dell'addizione;
- rappresentazione di numeri in base 2;
- proprietà dei numeri naturali, in particolare controllo della parità;
- le corrispondenze biunivoche.

Dopo una dimostrazione pratica e sorprendente dei vari trucchi, gli studenti hanno avuto la spiegazione di come e perché essi funzionino, e quindi è stato discusso su come renderli più spettacolari o più complessi e difficili da scoprire. Contemporaneamente, sapendo che i fruitori avrebbero potuto avere dai cinque agli ottant'anni, i giochi scelti sono stati tarati sulle diverse fasce d'età. L'esibizione ha avuto notevole successo grazie anche alle capacità istrioniche degli studenti che si sono lasciati coinvolgere e appassionare. In particolare sono stati presentati giochi di magia matematica che hanno riscosso notevole successo. I trucchi si basano per la maggior parte su proprietà matematiche lo svolgimento delle attività è stato volutamente scelto con un grado di difficoltà elementare, ma comunque scenografico, permettendo di coinvolgere un pubblico dall'età prescolare in poi. Gli alunni coinvolti hanno preparato le attività guidati dal docente, hanno proposto essi stessi trucchi o magie con le carte o con tabelle numeriche ed hanno cooperato per comprendere le regole matematiche 'nascoste'. Ora vengono riportate alcune delle magie presentate, con la spiegazione e la soluzione.

Quale gettone è sparito? (il colore)

DESCRIZIONE: Si mette sul tavolo un numero qualsiasi di gettoni aventi le due facce di colore diverso, con una distribuzione casuale di colori. Il mago a questo punto gira le spalle e lo spettatore viene invitato a capovolgerne due alla volta quante volte vuole, anche più volte lo stesso e alla fine coprirne uno. Il mago dopo una rapida occhiata ai gettoni presenti indovina il colore della faccia superiore di quello coperto.

SOLUZIONE: Il mago prima di girarsi conta rapidamente quante facce sono presenti di uno dei due colori. Se alla fine il numero di gettoni con tale colore ha mantenuto la parità, è stata coperta una faccia di tale colore, mentre se la parità è cambiata è stata coperta una faccia dell'altro tipo

SPIEGAZIONE: Nel rovesciare due gettoni contemporaneamente la parità del numero delle facce si mantiene: due gettoni di tipo A si trasformano in due gettoni di tipo B e viceversa, due gettoni di colore diverso se girati non fanno cambiare il numero di gettoni di ciascun colore. Se alla fine il numero delle facce del colore scelto si è mantenuto pari o dispari come all'inizio, il gettone coperto avrà tale colore, se è cambiato avrà il colore opposto.

La calcolatrice è troppo lenta!

DESCRIZIONE: Si predispongono otto strisce di cartoncino con sopra scritte cifre seguendo lo schema presentato nella figura 1. Lo spettatore viene invitato a scegliere un numero qualsiasi di strisce e, dopo averle attaccate alla lavagna in modo che formino numeri, viene invitato a determinare il risultato della somma di tali numeri. Il mago intanto con una sola occhiata è in grado di determinare tale valore, scrivendo addirittura il risultato da sinistra a destra!

7	5	4	1	9	2	3	8
5	0	6	7	8	4	9	1
0	9	7	8	1	5	8	6
1	4	2	3	6	7	5	0
8	6	3	4	2	9	0	5

Figura 1. Otto strisce di cartoncino predisposte con cinque cifre

SOLUZIONE: comunque siano scelte e posizionate le otto strisce, il risultato della somma dei numeri che compaiono si trova in questo modo. Scrivere:

- 2 nella posizione che precede il primo cartoncino a sinistra;
- la somma fra 2 e la cifra che, nel relativo cartoncino, occupa il quarto posto dall'alto sotto ciascuno dei cartoncini seguenti;
- la cifra che occupa il quarto posto dall'alto sotto l'ultimo cartoncino.

SPIEGAZIONE: basta riconoscere che la somma delle cifre su ciascun cartoncino è $20 +$ la quarta cifra, per cui il trucco è semplicemente una applicazione delle regole della somma con il 'riporto'. Possibili variazioni: è possibile costruire tabelle in modo che la somma su ciascuna colonna sia 10 o $30 +$ la quarta cifra, variando in proporzione il numero di strisce in modo comunque che non ci sia mai il riporto.

Quale gettone è sparito? (le righe)

DESCRIZIONE: Il giocatore ha a disposizione dei gettoni che presentano una riga su una faccia e due righe sulla faccia opposta. Il mago volta le spalle al giocatore ed egli sceglie con quanti gettoni giocare e con quale faccia superiore disporli sul tavolo. A questo punto conta quante righe compaiono e gira i gettoni tante volte quant'è il valore contato, anche più volte lo stesso gettone, poi ne copre uno a scelta. solo a questo punto il mago si volta ed indovina quante righe presenta la faccia superiore del gettone coperto.

SOLUZIONE: Voltandosi il mago conta il numero di righe sulle facce dei gettoni visibili, se è pari sono state coperte due righe, se è dispari ne è stata coperta una. Per essere più veloci, basta contare quanti gettoni presentano una sola riga.

SPIEGAZIONE: Ogni volta che si ribalta un gettone, il numero di righe presenti aumenta o diminuisce di 1, passando da 'pari' a 'dispari' e viceversa. Un numero pari di ribaltamenti riporta alla 'parità' iniziale, per cui se all'inizio si ha un numero dispari di righe, alla fine dopo un numero dispari di ribaltamenti ve ne saranno un numero pari, se all'inizio si ha un numero pari di righe, alla fine dopo un numero pari di ribaltamenti ve ne saranno ancora un numero pari. Il gettone coperto alla fine ha il numero di righe che ristabilisce il valore pari del risultato.

La moltiplicazione russa

DESCRIZIONE: Più che di una magia, si tratta di una tecnica di moltiplicazione utilizzata dai contadini russi sino a tempi recenti, che risulta sorprendente. Si procede nel modo seguente: si scrivono i due fattori da moltiplicare su due colonne, con il numero maggiore a sinistra. Si procede su ciascuna colonna nel modo seguente: in quella di sinistra si fanno i raddoppi successivi partendo dal moltiplicando, nell'altra si fanno dimezzamenti successivi sino al raggiungimento dell'unità. Se il numero è dispari si toglie 1 prima di dimezzare. La somma dei numeri della colonna di sinistra corrispondenti ai numeri dispari fornisce il risultato. Il procedimento è riportato in Figura 2.

103	48	Esempio: 103 x 48 La somma dei numeri della co- lonna di sinistra corrispondenti ai numeri dispari fornisce il risultato: 1648+3296 = 4944
206	24	
412	12	
824	6	
1648	3	
3296	1	

Figura 2. Esempio della moltiplicazione russa.

SPIEGAZIONE: Abbiamo ipotizzato la spiegazione attraverso l'uso della notazione binaria. $103 = 64 + 32 + 4 + 2 + 1 = 1 * 2^6 + 1 * 2^5 + 1 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0 = 1100111$. Ogni volta che il numero viene raddoppiato il grado di ogni potenza di due viene incrementato di uno, e ciò corrisponde ad aggiungere uno 0 a destra del numero dato.

$$1100111 + 1100111 = 11001110$$

$$48 = 32 + 16 = 1 * 2^5 + 1 * 2^4 = 110000$$

Poniamo i valori trovati nella tabella seguente Tabella 1.

Tabella 1.

1100111	103	48	0
11001110	206	24	0
110011100	412	12	0
1100111000	824	6	0
11001110000	1648	3	1
110011100000	3296	1	1

Sommare gli elementi corrispondenti ai numeri dispari corrisponde a sommare i termini con valori diversi da zero e nell'incolonnamento corretto della moltiplicazione a base 2:

Tabella 2.

1100111	*	
110000	=	
0000000		
0000000		
0000000		
0000000		
1100111		11001110000 = 1648 +
1100111		110011100000 = 3296
1001101010000		4944 = $2^{12} + 2^9 + 2^8 + 2^6 + 2^4$

Il risultato dell'operazione 103×48 è 4944. Piace ricordare che questa spiegazione è originale, ed è stata sviluppata da uno studente di 15 anni e dall'Autrice.

Conclusioni

L'attività svolta ha stimolato nei ragazzi e negli spettatori la curiosità di capire come e perché funzionino e la voglia di approfondire alcuni aspetti, pur elementari, della matematica, per rendere più spettacolare e varia l'esibizione e più difficile la comprensione dei trucchi. Queste 'magie' presentate nella manifestazione la Fiera della Scienza hanno riscosso molto successo, divertendo il pubblico e i 'maghi', come risulta dalle figure che seguono.





Figura 3. Autorità cittadine e giovani di tutte le età partecipano e si divertono con le magie della matematica

Bibliografia

1. Gardner, M. (1978). *Carnevale matematico*. Bologna: Zanichelli.
2. Peiretti, F. (2010). *Il matematico si diverte*. Milano: Longanesi.
3. Peres, E. (1986). *Giochi matematici*. Roma: Editori Riuniti. (ristampa anastatica 2007).
4. Peres, E. (2006). *L'elmo della mente*. Milano: Salani editore.
5. Peres, E. (2011). *Matematicaterapia*. Milano: Salani editore.

L'insegnamento della Chimica analitica. Analisi volumetrica

Rosella Cocciaro, Maria Paola Vallesi

ITT "G.M. Montani", Fermo (FM)

e-mail: rosellalaura.cocciaro@gmail.com, mpvallesi@libero.it

Introduzione

Il presente lavoro è maturato in seguito al desiderio di incidere sul processo di insegnamento e apprendimento affinché l'alunno possa raggiungere una adeguata competenza professionale. Al termine del percorso di studi il giovane dovrebbe essere in grado di porsi di fronte alla realtà con precisi strumenti di conoscenza, con capacità critiche e di rielaborazione dei dati e con la capacità quindi di operare scelte consapevoli. L'esperienza presentata è relativa all'insegnamento della disciplina "Chimica analitica, elaborazione dati e laboratorio" nella classe 3° CM A indirizzo di chimica, articolazione chimica e materiali, dell'ITT Montani di Fermo. L'unità didattica, sulla quale abbiamo puntato l'attenzione, è quella relativa ai sistemi acido-base e all'analisi volumetrica con l'intento di incidere nella normale routine della didattica di uno dei nuclei fondanti della programmazione, piuttosto che focalizzare l'attenzione sulla realizzazione di progetti che da tempo caratterizzano i percorsi di studi.

Motivazione

Gli obiettivi che ci siamo poste sono il coinvolgimento attivo degli studenti nell'apprendimento per l'acquisizione delle seguenti competenze:

- progettare e realizzare attività sperimentali in sicurezza e nel rispetto dell'ambiente;
- seguire in modo critico ed attenersi ad una metodica;
- interpretare i risultati ottenuti;
- calcolare ed elaborare i dati sperimentali;
- autonomia e abilità nella soluzione di un problema di laboratorio;
- saper lavorare in gruppo;
- utilizzare tecnologie digitali per redigere una relazione;
- individuare e gestire le informazioni per organizzare le attività sperimentali.

Metodi didattici

La metodologia usata è finalizzata a valorizzare il metodo scientifico e il pensiero operativo, ad analizzare e risolvere problemi. L'approccio è basato sulla lezione frontale (che rimane sempre e comunque importante) accompagnata, di volta in volta, da tecniche di *problem-solving*, soluzione di esercizi e prove di laboratorio. Sperimentare il *problem-solving* in laboratorio significa cogliere il desiderio degli allievi di tentare soluzioni nuove e personali in modo da incrementare l'autostima delle loro abilità ed avviarli ad un processo di autonomia decisionale da noi tanto sperato.

Nel primo periodo dell'anno scolastico la trattazione della parte teorica è prevalente su quella laboratoriale perché la capacità di affrontare e risolvere problematiche chimiche passa naturalmente attraverso la conoscenza teorica di alcuni concetti di base come ad esempio il calcolo stechiometrico. Durante la lezione frontale è fondamentale coinvolgere continuamente gli studenti con domande per verificare il loro livello di comprensione, costringendoli così anche all'attenzione. Le tematiche trattate si ripercorrono più volte analizzandole sotto diversi punti di vista (grafico, matematico, ..) per soddisfare i vari tipi di apprendimento, uditivo, iconografico, visivo, riflessivo, ... Al termine della trattazione è importante separare le informazioni essenziali dal resto (estrapolare le informazioni essenziali, farle emergere dal contesto, ripeterle) per facilitare l'immagazzinamento nella memoria a lungo termine.

Quando gli argomenti lo consentono, sono importanti i collegamenti con altre discipline, es: gli indicatori e Chimica organica. Per fissare meglio l'apprendimento durante la lezione teorica vengono svolti esercizi per consolidare i contenuti acquisiti.

Analisi delle difficoltà degli alunni

Dalle esperienze pregresse è nata la consapevolezza che la maggiore difficoltà degli alunni è collegare e utilizzare quanto studiato in teoria per risolvere gli esercizi, per progettare e realizzare una prova di laboratorio. Cioè la difficoltà maggiore è contestualizzare quanto acquisito in teoria per affrontare la soluzione di un problema; alcuni alunni stentano a costruire una sequenza logica partendo dall'esame della situazione iniziale e di quella finale che devono raggiungere. Per tale motivo, prima di iniziare a risolvere un problema gli alunni sono invitati ad esporre verbalmente, partendo dall'analisi dei dati del testo, qual è la situazione iniziale, quale quella finale e quale percorso intendono seguire per raggiungerla, eventualmente, laddove necessario sono invitati a scomporre il problema in step. Questo esercizio di preliminarizzare l'organizzazione del pensiero e successiva esposizione verbale costringe l'alunno a riflettere prima di scrivere formule o equazioni a volte inutili.

Per soddisfare i vari tipi di apprendimento, analitico, uditivo, riflessivo, ma soprattutto iconografico, e per facilitare il ragionamento, diminuendo l'occupazione della memoria di lavoro (working memory), durante questa fase di esposizione gli alunni sono inoltre invitati a rappresentare con dei disegni la situazione che stanno esaminando e la sequenza dei passaggi che portano alla situazione finale (es. negli esercizi con mescolamenti di acidi o basi, diluizioni, neutralizzazioni). Ad esempio rappresentare un beker con le specie chimiche in esso contenute nella fase iniziale e dopo ogni aggiunta di sostanze varie, diluizioni o mescolamenti di soluzioni. I vari disegni sono legati agli step in cui può essere suddiviso il problema ed aiutano a capire quali sono i parametri che variano in ogni step e quelli che invece restano invariati.

Visualizzare "*cosa c'è nel beker*" dovrebbe anche aumentare, nella fase laboratoriale, la consapevolezza e comprensione delle operazioni che eseguono, cioè la rappresentazione grafica può essere un "*trait d'union*" fra la teoria e l'applicazione pratica. Figura 1. Durante lo svolgimento di un problema poi gli alunni non devono pensare che la soluzione sia unica, già nota all'insegnante, e che essi dovrebbero trovare proprio quella. Generalmente si lascia del tempo al libero confronto delle varie ipotesi, rimanendo neutrali, e stimolando la classe a spingersi oltre, nella previsione delle conseguenze delle varie ipotesi. Al termine delle lezioni sono stati sempre assegnati esercizi per casa e spesso ne veniva assegnato uno, facoltativo, di una certa complessità per stimolare, soprattutto i ragazzi più capaci, a mettersi in gioco e verificare quale livello di difficoltà riuscivano a raggiungere con le conoscenze e capacità acquisite. Gli aspetti teorici dell'analisi, il calcolo stechiometrico e la parte laboratoriale si intersecano continuamente, durante la lezione si fanno continuamente richiami a questi tre aspetti.

Laboratorio: titolazioni acido-base

Lo scopo della pratica laboratoriale non è solo quello di acquisire la conoscenza di metodiche analitiche ma anche quello di acquisire una autonomia e una consapevolezza dell'operato in modo da poter affrontare le diverse problematiche che in un laboratorio potrebbero presentarsi. Fondamentale per raggiungere gli obiettivi è il coordinamento tra l'insegnante teorico e l'insegnante tecnico pratico al fine di creare una continuità fra la parte teorica e la pratica di laboratorio, sia prima che durante le ore di lezione in compresenza. L'unità didattica sui sistemi acido-base ed in particolare sulle titolazioni acido-base è stata sviluppata nella sequenza indicata:

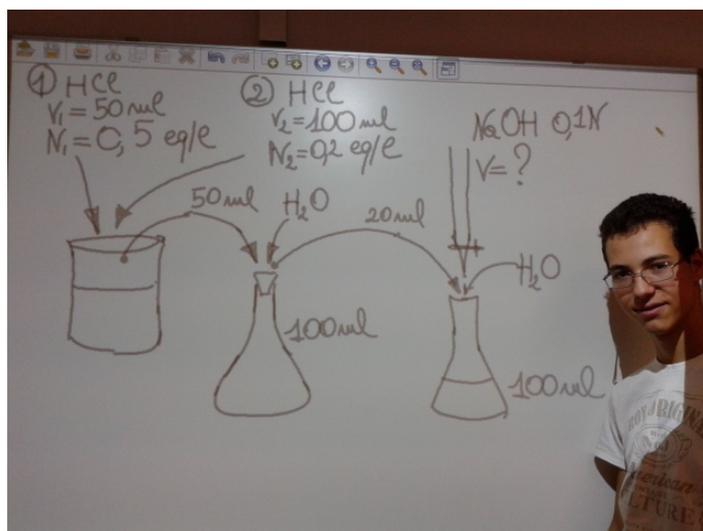


Figura 1. Esempio di ragionamento visibile

- 1) L'insegnante presenta la metodica di una titolazione acido-base facendo ripercorrere agli alunni gli aspetti teorici già trattati e invitandoli ad affrontare autonomamente la parte del calcolo stechiometrico. (Viene presa in esame la preparazione di una soluzione a titolo noto, il trattamento del campione, la scelta dell'indicatore ed infine i calcoli stechiometrici).
- 2) Gli alunni, a gruppi di due, eseguono le titolazioni in laboratorio per acquisire manualità. Durante la prova le insegnanti dialogano con gli alunni chiedendo spiegazione del loro operato e le motivazione teoriche che giustificano le operazioni che compiono, ciò al fine di evitare che l'analisi sia un semplice lavoro manuale. (lavorare con consapevolezza).
- 3) Alcuni alunni preparano una soluzione di NaOH da titolare ed una di HCl a titolo noto in quantità sufficienti da consentire ai compagni di effettuare almeno due titolazioni ciascuno. La prova stimola un dialogo tra gli alunni che confrontano le procedure operative di ognuno per capire il motivo dei diversi valori di N (Normalità) ottenuti. I risultati vengono raccolti e sulla base di questi viene spiegata la teoria degli errori. Elaborando i dati delle titolazioni e con l'ausilio di tecnologie digitali gli studenti producono la Gaussiana e calcolano l'errore. Sui valori di N che vengono eliminati si discute insieme per capire quale potrebbe essere la causa dell'errore.

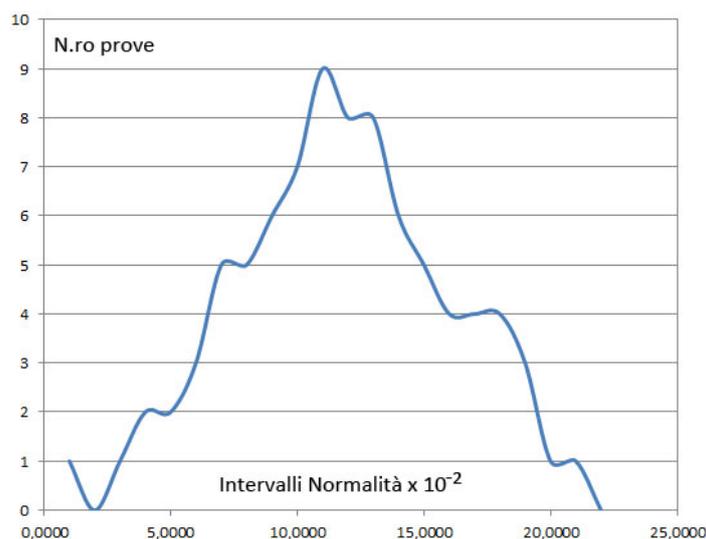


Figura 2. Distribuzione Gaussiana dei dati sperimentali

- 4) Gli studenti eseguono due prove di verifica caratterizzate da una parte tecnico pratica (es. titolazione di una soluzione di HCl con NaOH a titolo, Figura 3 noto e la titolazione di una soluzione di CH_3COOH con NaOH a titolo noto, Figura 4) e una parte scritta in cui si richiedono i calcoli stechiometrici necessari alla

determinazione della N dell'acido e la risposta ad alcune domande che consentono di valutare la conoscenza degli aspetti teorici legati alle procedure operative seguite durante la titolazione.

- 5) Gli alunni eseguono una titolazione comparativa di un acido debole e di un acido forte utilizzando un pH-metro e, sempre con l'ausilio di tecnologie digitali, rappresentano le curve di titolazione. Gli alunni sono invitati a confrontare le due curve e spiegare il motivo delle analogie e delle differenze.

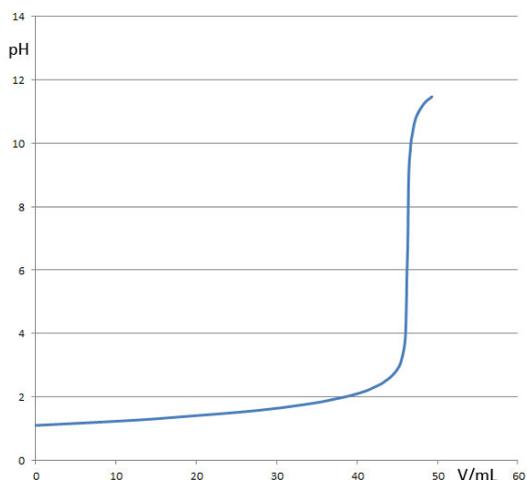


Figura 3. Titolazione HCl 0,1N / NaOH 0,1N

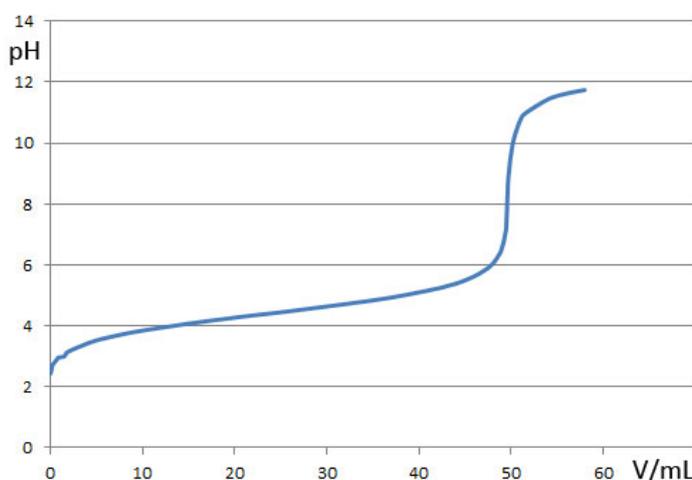


Figura 4. Titolazione CH₃COOH 0,1N / NaOH 0,1N

- 6) Analisi di un aceto commerciale. La metodica dell'analisi è riportata nel libro di testo e l'insegnante non la commenta. Gli alunni, sempre a gruppi di due, devono studiarla ed eseguire un'analisi di prova. Successivamente sostengono una prova di verifica sulla determinazione dell'acidità dell'aceto.
- 7) Analisi dell'acidità del latte. Gli alunni sono stati posti di fronte ad una prova di verifica sulla determinazione dell'acidità del latte.
- 8) Agli studenti viene chiesto di eseguire l'analisi dell'acidità del latte senza fornire loro alcuna informazione in merito, nel libro di testo questa metodica non è riportata. Gli alunni devono, autonomamente, cercare sul web la metodica o le metodiche, confrontarsi, ed eseguire la titolazione. Si vuole in questo modo sviluppare la capacità di lavorare in gruppo (cooperative learning) e l'abilità nel problem-solving.
- 9) Per completare l'attività svolta e non limitarla all'aspetto prettamente analitico, la classe è stata divisa in gruppi, ciascuno dei quali ha scelto un argomento relativo al latte, come ad esempio la pastorizzazione, le proteine del latte o i suoi derivati, da approfondire ed esporre poi all'intera classe.



Figura 5. Analisi dell'aceto: Risultato 6,7 % p/v



Figura 6. Analisi del latte: Risultato 7,3 °SH

Valutazione

Per la valutazione delle varie attività svolte dagli alunni sono state utilizzati i criteri emersi dalle riunioni per discipline e sono state elaborate le seguenti griglie di valutazione distinte per fasi. Inizialmente sono state valutate le competenze raggiunte nel calcolo stechiometrico (con verifiche scritte curriculari), in

un secondo momento quelle raggiunte in ambito laboratoriale ed infine una verifica sommativa che includeva le prime due.

	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5	Livello 6	Livello 7
	Assolutamente insufficiente	Gravemente insufficiente	insufficiente	sufficiente	Discreto	buono	Ottimo
voto	1, 2, 3	4	5	6	7	8	9, 10

Fase 1. Calcoli stechiometrici

Indicatori:

1. Imposta correttamente il problema.
2. Spiega i passaggi, illustra, argomenta, dimostra, rappresenta, verifica.
3. Commette errori di calcolo.

Indicatori	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5	Livello 6	Livello 7
1							
2							

Fase 2. Esperienze laboratoriali

Indicatori:

1. Partecipazione al lavoro di gruppo.
2. Capacità di comprendere autonomamente metodiche analitiche su matrici diverse.
3. Capacità di applicare autonomamente le metodiche analitiche su matrici diverse.
4. Elaborazione dei dati sperimentali ottenuti.
5. Rappresentazione grafica di tabelle e diagrammi.
6. Capacità espositiva del lavoro svolto.

Indicatori	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5	Livello 6	Livello 7
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Conclusioni

Abbiamo notato che menti fervide ed interessate apprezzano questo approccio ritenendolo stimolante e importante per la loro maturazione cognitiva. Tutti gli studenti si sono sentiti investiti di un ruolo importante, di tecnici analisti piuttosto che semplici studenti, proiettandosi così in quello che sarà il loro futuro. La collaborazione tra docenti, il positivo e costruttivo ambiente di apprendimento, il nostro desiderio di far sentire i nostri studenti artefici del loro apprendimento, riconoscendo quando se ne presenta l'occasione i loro apporti originali, contribuiscono a creare un clima ove gli studenti sono stimolati

a dare il meglio. Intendiamo inoltre sottolineare che, al di là della metodologia didattica che si intende seguire, è fondamentale l'entusiasmo per il lavoro che viene svolto che può contagiare positivamente gli alunni e farli sentire protagonisti.



Figura 7. La classe

Bibliografia

1. Rubino, C. Venzaghi, I. e Cozzi, R. (2012). *Le basi della chimica analitica*. Bologna: Zanichelli.
2. Crea, A., Falchet, L. (1993). *Chimica analitica. Analisi quantitativa e qualitativa*, 2a Ed. Bologna: Zanichelli.
3. Felder, R. M. & Brent, R. (2007). Cooperative Learning. In P. A. Mabrouk, Ed., *Active Learning: Models from the Analytical Sciences*, ACS Symposium Series 970, (pp. 34–53). Washington, DC: American Chemical Society.
4. Ritchhart, R. & Perkins, D. (2008). Making Thinking Visible. *Educational Leadership*, 65 (5), 57-61.
5. Ritchhart, R., Church, M. & Morrison, K. (2011). *Making Thinking Visible. How to Promote Engagement, Understanding, and Independence*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
6. Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers. Maximizing impact on learning*. London: Routledge.

Energia è ... intelligenza. La nostra scuola ecocompatibile

Daniela Bianchini

I.I.S. "Corridoni Campana", Osimo, Ancona

e-mail: daniela.bianchini1@istruzione.it

Introduzione

L'attività ha avuto lo scopo di sensibilizzare le giovani generazioni verso i temi del risparmio energetico e del rispetto dell'ambiente, di educare a comportamenti consapevoli evitando gli sprechi, e di far partecipare attivamente gli studenti alla progettazione degli spazi scolastici (cittadinanza attiva).

Motivazione e metodi didattici

L'idea del progetto è nata casualmente, da una osservazione di un alunno. Negli ultimi due anni gli alunni dell'Istituto si sono autotassati per l'acquisto di tinte e materiali vari utili per ridipingere i locali dell'edificio (aule e corridoi) in condizioni igieniche deprecabili, si sono quindi organizzati in gruppi e, muniti di pennelli e spatole, hanno ridipinto le pareti. Un ragazzo di una mia classe quarta ha formulato l'ipotesi di utilizzare l'autotassazione (2-3 euro/procapite) per l'acquisto di un pannello fotovoltaico l'anno. Nello stesso periodo è uscito un bando per la partecipazione ad un concorso dedicato agli alunni delle scuole primarie e secondarie sul tema dell'energia. Ho proposto alla classe di partecipare al concorso, sviluppando l'idea iniziale del loro compagno, lavorando però con il metodo scientifico che prevede l'osservazione, la raccolta dei dati, la formulazione di una ipotesi e la costruzione di un modello. Gli alunni hanno aderito all'idea con entusiasmo, si sono organizzati in gruppi e si sono suddivisi i compiti.

La metodologia seguita è in linea con la filosofia PROFILES che prevede un approccio iniziale utile a creare attesa, curiosità e motivare gli alunni alla ricerca. Lo spunto è nato dalla presentazione di situazioni note agli alunni, lavorando in un contesto socio-scientifico familiare per lo studente. La "sfida" proposta è stata quella di rispondere alle seguenti domande: "è possibile, nel nostro piccolo, contribuire a migliorare l'ambiente scolastico, rendendolo più ecocompatibile ed evitando gli sprechi? È possibile una gestione migliore degli spazi a disposizione?"

Nel primo incontro gli alunni hanno discusso sull'iter operativo da seguire, hanno quindi individuato le aree d'intervento su cui lavorare (utilizzo e consumi relativi all'energia termica ed elettrica, consumi dell'acqua, studio dell'ambiente esterno ed interno della scuola), stabilito le priorità e diviso i compiti tra i diversi gruppi, tenendo conto anche delle competenze e delle abilità di ognuno. Il primo gruppo ha svolto una ricerca sulle principali fonti energetiche utilizzate nel mondo, ha analizzato i vari tipi di pannelli fotovoltaici in commercio e fatto un confronto prezzo/durata/consumi tra le lampade ad incandescenza, al neon e a led.

Il secondo si è occupato di raccogliere le immagini dell'edificio scolastico, utilizzando le foto da satellite di Google Earth e scattando personalmente foto della facciata, del tetto e delle diverse ali dell'edificio. Gli alunni hanno contattato l'Ufficio Economato della Provincia di Ancona, da cui dipendono le scuole

secondarie di secondo grado, per potere avere a disposizione le bollette relative ai consumi annuali di acqua, luce e gas. Hanno anche richiesto la mappa in scala (1:200) dell'edificio scolastico al docente Responsabile della Sicurezza allo scopo di ricavare dati sulla superficie e inviato diverse mail a ditte del territorio specializzate nel fotovoltaico, allo scopo di chiedere un parere tecnico ed avere un preventivo.

Il terzo gruppo ha ipotizzato una nuova sede del Museo di Scienze della scuola, attualmente ospitato in un'aula, sfruttando un'ala dell'edificio in disuso (l'ex casa del custode) e ha fatto delle proposte per rendere più accogliente gli spazi esterni mediante la piantumazione nel giardino della scuola di arbusti della flora mediterranea, da richiedere al vivaio del Corpo Forestale delle Marche, oltre alla messa a dimora di un tetto verde sopra l'ala che ospita l'aula magna, allo scopo anche di ottenere un più efficace isolamento termico. Su alcune pareti esterne gli alunni hanno proposto di installare dei pannelli colorati (Figura 4), removibili, disegnati dagli stessi alunni e scelti, tra le proposte presentate, da una "giuria" mista di docenti e alunni. L'ultimo gruppo di alunni, infine, ha avuto come compito il coordinamento generale e la preparazione della presentazione finale, condividendo con gli altri compagni le scelte sulla selezione del materiale da utilizzare.



Figura 1. La centrale termica della scuola



Figura 2. I pannelli fotovoltaici

Con l'ausilio di un ingegnere sono stati ipotizzati i costi per l'impianto: 34.000 euro (IVA esclusa) ed un tempo di investimento inferiore ai 7 anni. Considerando un tempo di vita medio di 20 anni, a partire dal settimo ci sarebbe un risparmio di circa 5.000 euro l'anno sulla bolletta e un guadagno totale di circa 86.000 euro. (Figura 3)

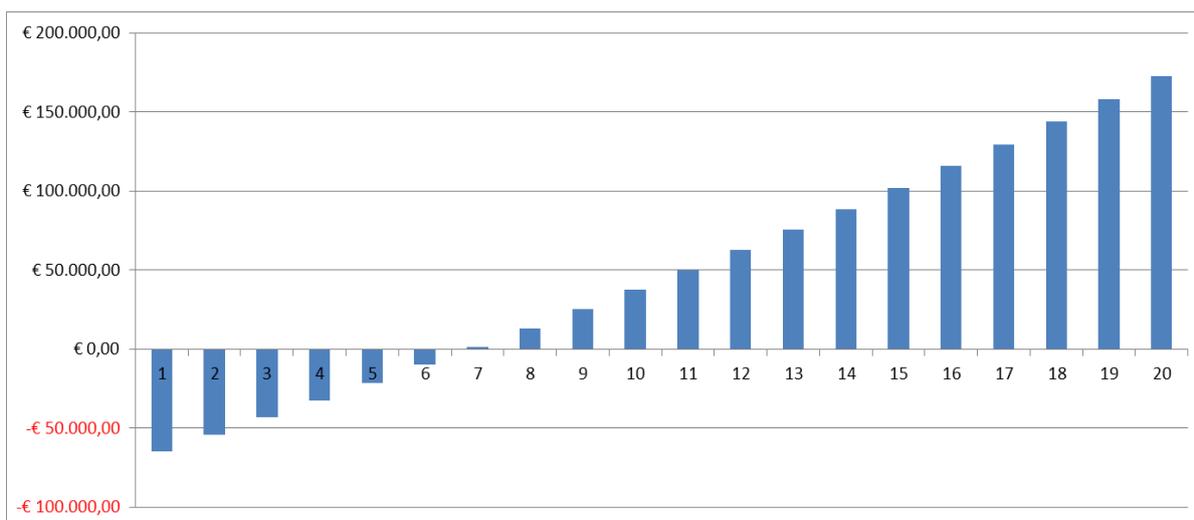


Figura 3. Il calcolo dei costi: tempo di rientro investimento < 7 anni

Presentazione dell'esperienza e discussione

Il lavoro è stato svolto in orario curricolare ed è stato articolato in più fasi. Il lavoro di ricerca è stato molto laborioso anche per le difficoltà pratiche incontrate a scuola (il segnale internet a volte è debole e la

velocità di navigazione è lenta, l'aula d'informatica non è sempre libera, il tempo a disposizione è limitato a due ore settimanali, la burocrazia dilata i tempi necessari per acquisire informazioni ...), gli alunni si sono comunque organizzati creando un apposito account di posta elettronica per la classe al fine di comunicare e condividere i risultati con i compagni. Proficuo è stato l'incontro con un ingegnere di una ditta specializzata in pannelli fotovoltaici che ha spiegato ai ragazzi come si interpretano le diverse voci delle fatture relative ai consumi di energia elettrica e termica e che ha progettato un ipotetico impianto fotovoltaico per la scuola, grazie ad un software fornito dal tecnico gli alunni sono stati in grado di visualizzare il tempo necessario ad ammortizzare nel tempo il costo iniziale dell'impianto.

Dalla visione del programma "Geo and geo", casualmente, un alunno è venuto a conoscenza di un ortoflorovivaista under 30 che vive e lavora in una cittadina vicina ad Osimo e che ha ideato il prato "pret-a-porter", da srotolare ovunque serva. Si tratta di una vera e propria "tovaglia" dello spessore di 5-6 centimetri, basta stenderla su terrazzi, tetti e qualsiasi altra superficie, innaffiarla una prima volta e poi il prato resisterà a sole, vento e intemperie. Grazie ad una pianta particolare, il Sedum, il prato può assumere colori diversi a seconda della stagione, passando dal verde al rosso, al giallo, mentre il Garofanino di montagna lo rende molto resistente alla siccità. In questo modo le operazioni di manutenzione sono praticamente ridotte a zero e, mettendolo sul tetto, avrà funzione coibentante, garantendo il risparmio energetico. È sorta quindi l'idea di utilizzare la copertura erbosa sul tetto dell'aula magna che, per la sua posizione, risulta essere particolarmente esposta ai cambiamenti climatici stagionali, inoltre si otterrebbe anche il vantaggio di dare un "tocco" verde all'edificio, tinteggiato in grigio.



Figura 4. L'ingresso della scuola

Al termine di ogni lavoro di gruppo, gli alunni si sono confrontati, hanno discusso sulle informazioni e sui dati ottenuti, hanno formulato delle proposte, vagliate e condivise da tutti. Il compito di coordinamento generale è stato svolto da alcuni ragazzi che, di volta in volta, hanno acquisito immagini, dati, idee e progetti dei vari gruppi per poterli selezionare e organizzare in un prodotto finale, una presentazione in power point. I momenti salienti del progetto sono indicati nella seguente tabella:

PRIMA FASE	Motivazione: discussione, problematizzazione, stesura del business plan, suddivisione del lavoro tra i gruppi
SECONDA FASE	Acquisizione di conoscenze e abilità: lavoro di ricerca (cooperative learning) acquisizione e analisi dei dati, proposte di intervento, interviste agli esperti, progettazione, discussione e confronto
TERZA FASE	Consolidamento: interpretazione dei risultati, presentazione del lavoro fatto, discussione collettiva dei dati e della loro validità, stesura del lavoro finale ottenuto grazie al contributo dei singoli gruppi

Un aspetto formativo del progetto è che gli alunni hanno preso atto dei costi elevati necessari per il funzionamento della scuola ed hanno ipotizzato l'allestimento di un piccolo impianto fotovoltaico sul tetto, i cui costi si potrebbero ammortizzare in 4-5 anni. Hanno anche rilevato alcune "anomalie" nelle bollette dell'energia, come un elevato consumo anche durante le ore notturne, dovuto ai grossi fari che illuminano il piazzale e il parcheggio della scuola, che potrebbero essere sostituiti, come i neon delle aule, con delle lampade a led. Gli alunni hanno scoperto che l'impianto termico è fatto ad "anelli" e non permette l'utilizzo di valvole regolatrici del calore nelle singole aule, come avevano inizialmente suggerito, però è possibile una regolazione della scuola in tre blocchi, si sono quindi impegnati a registrare, nel periodo invernale, le temperature delle aule e a comunicare tempestivamente ai tecnici della Provincia le eventuali difformità (temperature in eccesso o in difetto rispetto a quanto previsto dalla legge) al fine di regolare da remoto il funzionamento dell'impianto.

L'isolamento termico del tetto dell'aula magna con una copertura erbosa potrebbe garantire un risparmio del 23-25 % e andrebbe a migliorare l'estetica dell'edificio, integrandolo con il territorio collinare. I rubinetti nei bagni potrebbero, con poca spesa, essere provvisti di miscelatori flusso aria-acqua, risparmiando circa il 60% di acqua (un tradizionale miscelatore da lavabo fa scorrere circa 13 litri di acqua al minuto, con alcuni miscelatori si arriva a 5 litri al minuto)

La vecchia casa del custode, con piccole modifiche e la messa a norma degli impianti, potrebbe ospitare gli armadi e gli scaffali del Museo di Scienze. L'accesso sarebbe possibile ai visitatori dall'esterno, mentre ora il Museo è ospitato dentro l'edificio scolastico. I reperti delle diverse aree (malacologia, zoologia, mineralogia ...) potrebbero essere allestiti in uno spazio più ampio in modo più razionale, gli alunni stessi potrebbero proporsi come guide, utilizzando il locale cucina per preparare delle attività di laboratorio per le scolaresche in visita.



Figura 5. Il progetto del Museo

Conclusioni

L'attività svolta è stata molto positiva, sia per il buon clima di lavoro e collaborazione che si sono venuti a creare tra gli alunni e che ha permesso il trasferimento di conoscenze e abilità tra pari, sia per la maturazione di una maggiore senso civico (evitare gli sprechi) raggiunto attraverso la scienza, nella convinzione che l'educazione e la cultura scientifica siano molto più significative della semplice acquisizione dei contenuti scientifici. Il progetto ha inoltre permesso il potenziamento di alcune abilità pratiche (misurare, calcolare, utilizzare software di grafica ...) e la crescita di qualità personali quali la creatività, lo spirito d'iniziativa, la perseveranza, promuovendo anche la crescita sociale degli studenti attraverso il lavoro in gruppi cooperativi. Per risolvere le questioni tecniche richieste dal progetto, gli alunni si sono dovuti rivolgere a personale esterno (l'ortoflorovivaista, l'ingegnere di una ditta che produce pannelli fotovoltaici, il tecnico della centrale termica della scuola, il dirigente dell'ufficio economato della Provincia ...) utilizzando, di volta in volta, registri comunicativi diversi (abilità comunicative trasversali).

È stato raggiunto l'obiettivo principale di "Educare attraverso la Scienza" (Holbrook, 2010), il giudizio finale è quindi positivo, gli alunni hanno lavorato in sintonia, aiutandosi vicendevolmente e con grande passione, con la consapevolezza di fare qualcosa di utile per l'ambiente in cui passano molte ore al giorno. Grande soddisfazione per gli alunni è stata la menzione speciale ottenuta in occasione della premiazione del concorso sull'Energia, al quale la classe aveva partecipato e il superamento della fase regionale per la selezione alla fase nazionale.



Bibliografia

- Bolte, C. (2001). How to Enhance Students' Motivation and Ability to Communicate in Science Class-Discourse. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross, P. Reiska (Eds.), *Research in Science Education - Past, Present, and Future* (pp 277-282). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Holbrook, J. (2010). Education through science as a motivational innovation for science education for all. *Science Education International*, 21, (2), 80-91.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2010). Contextualisation, Decontextualisation, Recontextualisation – a science teaching approach to enhance meaningful learning for scientific literacy. In I. Eilks & B. Ralle (eds.), *Contemporary Science Education* (pp. 69-82). Aachen, Germany: Shaker.
- OECD. (2005). *The Definition and Selection of Key Competencies. Executive summary*. (Retrieved 20th June 2012) from: <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Progetto didattico PBL. Il problema di Giovanni

Francesca Vergine

Liceo Scientifico Statale "G.Galilei", Perugia

e-mail: effevergine@gmail.com

L'inquinamento dell'aria, della terra e dell'acqua ha ormai coinvolto tutto il pianeta e se l'uomo non troverà presto qualche rimedio, le conseguenze saranno irreparabili....

Molto spesso gli studenti sentono parlare di inquinamento dai media, lo studiano sui libri e ne conoscono le cause, ma altrettanto spesso lo ritengono un problema lontano dal loro quotidiano, un problema delle grandi città. Chi come me e i miei studenti vive in una cittadina della verde Umbria è convinto di vivere in un contesto salubre e lontano dall'inquinamento prodotto dalle auto, dal degrado ambientale e dall'eccesso di rumori.

Il contesto

La sperimentazione è avvenuta in una quarta classe del Liceo Scientifico Statale "G. Galilei" di Perugia, composta da 24 studenti. Il modulo didattico, che ha costituito la base della ricerca, era inserito nella tematica dell'inquinamento o, più in generale della chimica ambientale, preceduto e seguito da altri moduli (ph, acidi e basi, titolazioni, ..)condotti sia con tecniche di didattica laboratoriale che con lezioni tradizionali.

La metodologia

La metodologia ha seguito l'approccio costruttivista o apprendimento basato sui problemi (PBL, *Problem Based Learning*) che, rispetto alla lezione tradizionale – in cui spesso si insegna molto e si apprende poco –, consente di apprendere molto, insegnando poco. L'azione didattica ha inizio con un problema reale da risolvere proposto in modo tale che gli studenti abbiano necessità di acquisire nuove conoscenze prima di poterlo risolvere. Piuttosto che cercare un'unica risposta corretta, gli studenti interpretano il problema, raccolgono le informazioni necessarie, identificano le possibili soluzioni, valutano le opzioni e presentano le conclusioni. PBL è un ambiente di apprendimento che può avere due aspetti rilevanti: da un lato *favorisce l'imparare ad imparare* degli studenti stimolandone l'interesse e la motivazione e dall'altro stimola *l'interazione sociale, le abilità organizzative* e la capacità di *problem solving*.

Indubbiamente l'apprendimento cooperativo del PBL è un'innovazione rispetto ai metodi cosiddetti "tradizionali", anche se l'applicazione in ambiente scolastico non può essere totale né troppo estensiva. L'apprendimento è facilitato in quanto l'allievo viene messo nelle condizioni di trovare soluzioni a problemi basati sul mondo reale. Come base di partenza per l'acquisizione della nuova conoscenza viene attivata la conoscenza già esistente, mentre la nuova da acquisire viene dimostrata e poi applicata per essere infine integrata nel mondo preesistente dell'allievo.

Finalità

Offrire agli studenti maggiori opportunità per pensare criticamente, presentare le proprie idee originali e comunicare *Scienza* ai compagni.

Obiettivi

- Acquisizione di conoscenze sulle diverse forme di inquinamento chimico sul territorio e sulle loro cause.
- Potenziamento del lessico specifico.
- Progettazione di attività utili all'interpretazione del problema.

Il processo

Ho presentato agli studenti il "caso" del sig. Giovanni dopo che già da qualche settimana ne avevo stimolato la curiosità chiedendoli di aiutarmi a risolvere un problema piuttosto delicato. Gli studenti, divisi in quattro gruppi, hanno discusso il problema del sig. Giovanni e ne hanno elencato le parti significative. Consapevoli di non saperne abbastanza da risolvere il caso, hanno accettato la sfida!

Tempi e ruoli

Il lavoro ha richiesto circa due mesi di tempo per essere completato; durante le varie fasi dei lavori il mio ruolo non è più stato dirigenziale, ma di supporto, di guida, di consigliere, di una persona che sta vivendo essa stessa un percorso formativo. Nel ruolo di *insegnante-coach* ho evitato di comunicare informazioni puntuali, ma ho aiutato il gruppo ad organizzarsi e ad assumersi progressivamente la responsabilità delle proprie attività, intervenendo nel lavoro solo quando ritenevo la qualità della discussione non più produttiva per i membri del gruppo, cercando di fornire nuovi spunti di ricerca. Il lavoro legato all'analisi di un problema ambientale è molto vicino alla nostra realtà, perché alcuni di noi possiedono una casa sul lago Trasimeno o lo frequentano, specialmente durante la stagione calda; ciò ha stimolato gli studenti ad assumere un ruolo attivo, a formulare domande e cercare soluzioni andando oltre l'apprendimento mnemonico. La natura del progetto, l'eterogeneità del gruppo, anche come dislocazione fisica nel territorio e la necessità di comunicare tra loro e con l'insegnante, ha portato inevitabilmente all'utilizzo degli strumenti tecnologici per agevolare la pianificazione del lavoro, la collaborazione con gli altri componenti del gruppo e la realizzazione del progetto stesso.

Usare la posta elettronica, ricercare informazioni su Internet, lavorare su fogli di calcolo, creare presentazioni per condividere idee, elaborare documenti complessi, realizzare simulazioni: in questa prospettiva, anche gli strumenti tecnologici si sono modificati da oggetto di apprendimento in quanto tali, a supporto naturale per la condivisione e la trasmissione del sapere. Questo lavoro è stato la conferma di ciò che tutti noi insegnanti sappiamo da tempo: gli studenti si impegnano maggiormente nello studio se hanno la possibilità di approfondire problemi complessi, stimolanti, vicini a situazioni reali e tali da permettere di confrontarsi con la vita fuori della classe.

Il caso da risolvere. Dal lavoro in gruppo al lavoro di gruppo

*Giovanni lavora in una città metropolitana, ma coltiva il sogno di ristrutturare la grande casa del nonno materno sulla riva del lago e viverci con la sua famiglia. Fin da ragazzo, Giovanni, infatti, trascorrevva le vacanze nella casa del nonno e sognava di avere un giorno una fattoria tutta sua, di godere la vita all'aperto allevando trote. Anche la moglie ne è entusiasta ed ora che entrambi sono vicini alla pensione e possono realizzare il loro sogno, hanno iniziato a progettare il loro futuro da allevatori di trote sfruttando così le opportunità offerte dalla natura. Un giorno gli capita di leggere su una rivista, un articolo dal titolo inquietante *Laghi e fiumi sono in un mare di guai: il giornalista che aveva condotto l'indagine denunciava parecchi problemi legati all'ambiente per quanto riguarda l'inquinamento dell'acqua sia organico che**

chimico. In particolare affermava che l'accumulo di elementi come l'azoto e il fosforo era la causa del fenomeno dell'eutrofizzazione, cioè la proliferazione di alghe microscopiche che, non essendo smaltite dai consumatori primari, determinavano una maggiore attività batterica aumentando così il consumo di ossigeno, che viene a mancare ai pesci provocandone la morte. Dallo studio affermava che, tra i più grandi laghi, quelli in condizione di salute peggiore sono quello di Varese e il lago Trasimeno i quali, per quanto riguarda la superproduzione di alghe e di piante acquatiche, si trovano al terzo e al settimo posto nella graduatoria dei laghi italiani più malati. Questa notizia ha preoccupato molto Giovanni che aveva sperato di realizzare un'azienda che garantisse un tranquillo futuro non solo a lui e sua moglie, ma anche ai suoi figli. Giovanni e sua moglie si sono rivolti ad un'agenzia di ricerca ambientale per un parere tecnico: vogliono assicurarsi di investire bene i loro risparmi.

Questo è il caso che ho presentato agli studenti: a ciascun allievo ho fornito una fotocopia del problema chiedendo loro di scrivere un aspetto che avrebbe potuto o voluto indagare. Successivamente sulla base delle preferenze espresse, la classe si è divisa in 4 gruppi: ai gruppi costituitisi spontaneamente sulla base delle relazioni esistenti nella classe, ho apportato qualche piccolo cambiamento cercando di integrare soggetti con caratteristiche e peculiarità diverse per favorire la creazione di legami intensi e significativi all'insegna del *collaborativo incoraggiamento, dell'avvalorabile sostegno e del fattivo ed indispensabile aiuto*.

Ciascun gruppo ha nominato:

- Un leader: pianifica le attività e garantisce che tutti i membri del suo gruppo siano consapevoli dell'impegno e siano pronti a rispettarlo.
- Un segretario: stende brevi relazioni sugli incontri del gruppo, tiene i contatti con tutti i membri del gruppo stesso, relaziona all'insegnante sullo stato di avanzamento dei lavori.

Nel primo incontro il gruppo riconsidera l'aspetto del problema che ha preso in esame, ne condivide l'obiettivo e divide le aree di ricerca. I gruppi presentano report provvisori settimanali all'insegnante a cui avanzano dubbi o richieste per la prosecuzione dei lavori. Alla data prefissata ciascun gruppo presenta il report finale del proprio lavoro con le conclusioni trovate. Nel caso del sig. Giovanni i gruppi si sono organizzati nel modo che segue.

Organizzazione

G r u p p o	Definizione del problema	Obiettivi del gruppo di lavoro	Planning organizzativo
1	Esaminare l'acqua del Trasimeno facendo dei prelievi e analizzandoli in laboratorio. Confrontare i nostri dati con quelli pubblicati dall'ARPA-Agenzia Regionale Per la Protezione ambientale dell'Umbria.	Quali sono gli elementi chimici normalmente presenti nell'acqua? Su quali parametri chimico-fisici un'acqua è giudicata inquinata?	Ricerca bibliografica sulla valutazione della qualità delle acque di un lago. Ricerca bibliografica sulle tecniche e gli strumenti utili a svolgere una valutazione di qualità delle acque del Trasimeno. Ricerca di informazioni sul territorio. Analisi delle informazioni e risposta al problema.
2	Valutare la qualità ambientale del territorio del lago Trasimeno.	Ricerca indicatori di qualità ambientale. Valutare la consistenza di questi parametri nei dintorni del Lago Trasimeno.	Ricerca bibliografica sulla valutazione della qualità dell'ambiente e delle sue risorse. Ricerca bibliografica sulle tecniche e gli strumenti utili a svolgere una valutazione di

			qualità ambientale Ricerca di informazioni sul territorio. Analisi delle informazioni e risposta al problema.
3	Quale difficoltà rappresenta l'eutrofizzazione del lago Trasimeno per un allevamento ittico? Esistono delle specie ittiche meno sensibili al fenomeno dell'eutrofizzazione?	Identificare la redditività di un allevamento per le carni o per la pesca sportiva. Identificare la specie più adeguata per l'allevamento a fini commerciali e/o produttivi presso il lago Trasimeno.	Ricerca bibliografica sulle specie di pesci lacustri. Ricerca bibliografica sui fenomeni eutrofici. Analisi e definizione di possibili soluzioni al problema eutrofizzazione. Analisi della miglior soluzione su allevamento per le carni o per la pesca sportiva. Identificazione delle specie per l'allevamento.
4	Eutrofizzazione del lago Trasimeno: mezzi di depurazione con relativi costi	Ricerca documentazione utile per valutare le dinamiche degli inquinanti Analizzare la possibilità e i costi di un impianto di fitodepurazione delle acque del lago Trasimeno prospicienti la proprietà del sig. Giovanni.	Ricerca bibliografica sui cicli biochimici degli inquinanti. Ricerca bibliografica sulle tecniche di fitodepurazione degli specchi di acque dolci. Ricerca di informazioni sul territorio. Analisi dei possibili scenari risolutivi. Risposta al problema.

Lavoro a scuola

Gruppo		Attività
1	Uscita sul Lago Trasimeno e raccolta delle acque da zone differenti.	Valutazione della trasparenza Valutazione del pH. Valutazione dell'O ₂ disciolto con il metodo di Winkler. Analisi colorimetriche per la valutazione del Ferro, dei fosfati e dei nitrati. Analisi della durezza.
2	Studio della qualità ambientale mediante indicatori biologici	Ricerca bibliografica sugli indicatori biologici Intervista alla prof.ssa R.Pascolini del del dip. di biologia cellulare ed ambientale dell'Università degli Studi, che si occupa dei bioindicatori.
3	Esistono delle specie ittiche meno sensibili al fenomeno dell'eutrofizzazione?	Ricerca bibliografica sulle specie di pesci lacustri. Intervista al prof. M. Lorenzoni, coordinatore del Laboratorio Ittico del Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia.
4	Eutrofizzazione del Lago Trasimeno:mezzi di depurazione con relativi costi	Ricerca bibliografica sul fenomeno dell'eutrofizzazione. Ricerca bibliografica sui più comuni impianti di fitodepurazione.

Conclusioni

Nell'ultimo incontro i gruppi si confrontano sulle conclusioni delle loro ricerche; emerge un quadro piuttosto complesso dello stato ambientale del Trasimeno.

Il Lago Trasimeno, di origine tettonica-alluvionale, è situato ad una quota di 256 m s.l.m. e presenta una superficie di 118 Km², attualmente con una profondità massima di 4,5 m circa. Le acque del lago sembrano pulite, ma spesso le alterazioni della qualità dell'acqua sono temporanee e saltuarie (Pascolini): la sua ampia superficie e la scarsa profondità influenzano in modo determinante il trofismo e le condizioni ambientali. Una profondità così modesta, infatti, determina un continuo rimescolamento delle acque ad opera dei venti, non permettendo una vera stratificazione termica. Inoltre, il livello delle acque è molto variabile ed è strettamente connesso sia con l'alto tasso di evaporazione, favorito dall'ampia superficie, che con le precipitazioni annue (Dragoni 1982). Ma evidenze sperimentali confermano che il Lago Trasimeno è solo apparentemente salubre: difatti negli ultimi decenni si è assistito ad un rapido declino, dal 70% al 30%, delle popolazioni di molte specie di anfibi, principalmente Anuri (Rane, Rospi, Raganelle, ecc.) con ripercussioni gravissime su l'intero ecosistema lacustre.

La progressiva scomparsa delle rane, che come sappiamo sono insettivori, ha causato nell'intera fascia rivierasca del Lago Trasimeno, negli ultimi anni, intensi sfarfallamenti di Ditteri-Chironomidi, che provocano forti disagi ai residenti e al comparto turistico. Le rane, come descrittori biologici, o meglio la loro sensibile diminuzione, indicano situazione complessiva dell'ecosistema lacustre piuttosto preoccupante. La forte crisi idrica negli ultimi anni piove mediamente ha causato un eccessivo riscaldamento delle acque del lago e, quando in estate le temperature raggiungono i 30°C, specie come le trote muoiono. Oltretutto, questo aumento di temperatura favorisce lo sviluppo di flora nel fondale, flora che alimenta ancor di più il fenomeno rendendo le acque torbide, in questo modo la vita dei pesci predatori è più difficile, in quanto ostacolati alla caccia. Si potrebbe pensare ad allevare nelle acque del lago un pesce come la tinca perché è una specie autoctona e vive bene anche in acque calde.

La tinca ha anche bisogno di fondali melmosi in quanto in inverno vi si rifugia per combattere le basse temperature e ad alimentarsi di benthos, comunque essendo onnivora si adatta bene anche al mangime. Questo però ostacolerebbe il buon funzionamento di un impianto di depurazione delle acque perché la tinca smuovendo i fondali alza la coltre melmosa provoca un aumento di torbidità e condiziona il rendimento depurativo dell'impianto. Dal dibattito emerge una soluzione sufficientemente contenuta nei costi e negli spazi e che risponde sia ad esigenze commerciali (alimentazione e attività sportiva) che ambientali (ripopolamento del lago). L'impianto proposto prevede una nursery per la schiusa delle uova; i giovani avannotti saranno trasferiti in vasche di allevamento sino al peso di circa 300 g e destinati al mercato alimentare. Alcuni esemplari saranno fatti crescere e sfruttati per la riproduzione per il ripopolamento della specie, in quanto nel lago Trasimeno (e nei laghi chiusi in generale) le specie devono continuamente essere reintrodotte altrimenti andrebbero a scomparire. La Regione Umbria stanziava annualmente un rimborso per chi contribuisce al ripopolamento del Trasimeno con specie autoctone. Gli esemplari più vecchi saranno destinati alla pesca sportiva. La soluzione proposta è presentata in un filmato realizzato in un intergruppo composto dagli studenti con migliori competenze informatiche.

Valutazione

Gli studenti sono stati informati preventivamente sulle modalità di valutazione della prova, la sua finalità e hanno potuto prendere visione delle schede di valutazione predisposte. L'intento è quello di attivare quei processi di autovalutazione che consentano agli studenti di individuare i propri punti di forza e di debolezza e quindi migliorare il proprio rendimento. Per la valutazione del profitto degli studenti sono state adottate delle tabelle per tutte le fasi del progetto.

Tabella di valutazione del lavoro di gruppo

Gruppo

nome	Rispetto delle consegne nel lavoro individuale	Attenzione prestata al lavoro dei compagni	Rispetto delle consegne e dei tempi nel lavoro di gruppo	Autonomia nell'organizzazione del lavoro	Capacità di relazione nel gruppo

1. ASSENTE = 0
2. QUALCHE VOLTA = 1
3. SCARSO = 2
4. APPENA SUFFICIENTE = 3
5. ADEGUATO = 4
6. BEN GESTITO = 5

Valutazione dei report

I report dell'attività di gruppo (intermedi o finale), sarà valutato in base a criteri qualitativi predeterminati con l'attribuzione di un peso uguale per tutti i suoi membri, secondo i seguenti punteggi da 1 a 3:

1. il report rappresenta l'esame dei punti fondamentali della ricerca = 1
2. il verbale rappresenta l'esame dei punti fondamentali della ricerca, raccoglie i contributi del gruppo ed evidenzia le idee assunte = 2
3. il verbale rappresenta l'esame dei punti fondamentali della ricerca, raccoglie i contributi di tutto il gruppo, ed evidenzia le idee valutate e quelle assunte = 3

Per la valutazione del report finale del gruppo si è ritenuto essenziale individuare degli indicatori di valutazione del prodotto che si riferiscono a categorie più generali riconducibili a dimensioni dell'intelligenza: cognitiva, pratica, relazionale-comunicativa. Si ritiene che possano essere esempi di indicatori adatti a molte categorie di prodotti i seguenti:

1. proprietà nell'uso del linguaggio tecnico specifico e correttezza della lingua (cognitiva);
2. pertinenza, funzionalità e applicabilità della proposta elaborata rispetto alla complessità della situazione descritta (pratico-organizzativa);
3. equilibrio efficienza/efficacia; costo/beneficio; prezzo/qualità (cognitiva-pratica);
4. chiarezza e completezza nella definizione della proposta (relazionale-comunicativa).

Ognuna delle quattro dimensioni viene valutata su una scala da 1(appena sufficiente) a 3(ottimo).

Eccellenza

Il riconoscimento di eccellenza può essere attribuito secondo un apprezzamento di tipo qualitativo che tenga conto della presenza/assenza nella prova delle seguenti dimensioni, al massimo livello:

Pertinenza, accuratezza, originalità della soluzione proposta	1	0
Capacità argomentativa, riflessiva e critica	1	0

Gruppo N°..... Nome

Hai letto *Il problema di Giovanni*? *SI* *NO*

Ti ha incuriosito? *SI* *NO* *UN PO'*

QUALI CONOSCENZE POSSEDEVI SULL'ARGOMENTO?

.....

.....

.....

QUALE RUOLO RICOPRI NEL GRUPPO?

1. CAPOGRUPPO
2. VERBALIZZANTE
3. PORTAVOCE
4. RACCOLGO LE INFORMAZIONI IN
 1. INTERNET
 2. BIBLIOTECA
 3. ARTICOLI DA RIVISTE
 4. INTERVISTE AD ESPERTI
 5. ALTRO

La tematica affrontata ti è sembrata:

1. poco rilevante;
2. molto rilevante.

Il metodo di insegnamento/apprendimento proposto ti è sembrato:

1. stimolante ma poco efficace;
2. stimolante e molto efficace;
3. poco stimolante e poco efficace;
4. poco stimolante e molto efficace.

Il metodo di insegnamento/apprendimento ha incontrato il tuo stile di apprendimento (possibile più di una risposta):

1. sì;
2. no;
3. è stata una esperienza nuova che ripeterei;
4. è stata una esperienza nuova ma che non ripeterei;
5. non è stata una esperienza nuova.

L'esperienza fatta in termini di apprendimento **ha/non ha** modificato le tue precedenti conoscenze in modo da incidere sul tuo metodo di studio;

Come ti sei sentito durante questa esperienza (*possibile più di una risposta*)

1. a mio agio;
2. a disagio;
3. in ansia;
4. in competizione;
5. con paura di sbagliare;
6. attivo;
7. passivo.

Riflessioni e proposte

.....

.....

.....

Benefici e sfide

I benefici ottenuti con l'adozione di questo metodo di apprendimento sono numerosi: quando gli studenti sono impegnati a condurre in prima persona il loro apprendimento, migliorano le capacità di

ricerca e di osservazione, rispetto a ciò che accade nelle lezioni tradizionali; inoltre la necessità di lavorare in gruppo, insegna loro a collaborare, ad ascoltarsi, a comunicare l'uno con l'altro nella consapevolezza di essere ciascuno parte di un sistema più complesso. Il mercato del lavoro è alla ricerca di personale qualificato, in grado di mettere in pratica quanto appreso teoricamente, ma soprattutto in grado di raggiungere obiettivi lavorando in equipe. Proprio il PBL, con il suo metodo, può essere lo strumento necessario per sviluppare queste competenze negli individui. È anche vero che le sfide da superare sono molte: l'apprendimento per problemi richiede molto tempo sia per l'organizzazione che per la gestione. Molti docenti preferiscono attenersi alla tradizione piuttosto che impegnarsi a sperimentare una didattica alternativa.

L'interdisciplinarietà sarebbe un presupposto importante per lavorare per problemi, ma molti insegnanti ritengono ciò un cambiamento troppo "audace" rispetto al metodo tradizionale monodisciplinare: ciò disorienta gli studenti che, non essendo abituati a costruire il proprio percorso di apprendimento, hanno delle difficoltà quando gli viene richiesto loro di farlo. In realtà operare per problemi, non deve né può significare abbandonare tutto quanto tradizionalmente fatto e studiato nella scuola; il patrimonio didattico di base di ciascun insegnante rappresenta una risorsa, un terreno di innesto del processo di cambiamento, di crescita e di trasformazione che accompagna l'evoluzione del docente e del discente.

Bibliografia

- Birner, J. Il piacere di imparare. http://www.academia.edu/10342288/il_piacere_di_imparare
- Felder, R. M. & Brent, R. (2007). Cooperative Learning. In P.A. Mabrouk, Ed., *Active Learning: Models from the Analytical Sciences*, ACS Symposium Series 970, (pp 34–53). Washington, DC: American Chemical Society.
- Menthe, J. & Ilka Parchmann, I. (2015). Getting Involved: Context-Based Learning in Chemistry Education. In M. Kahveci, M. Orgill (Eds.), *Affective Dimensions in Chemistry Education* (pp 51-67). Heidelberg: Springer.
- Newman, M. J. (2005). Problem Based Learning: An Introduction and Overview of the Key Features of the Approach. *Journal of Veterinary*, 32(1), 12-20.
- Problem based learning. Appredimento basato sui problemi. <http://www.studygs.net/italiano/pbl.htm>
- Stefanini, A. Le emozioni: patrimonio della persona e risorsa per la formazione. Tesi di dottorato: http://paduaresearch.cab.unipd.it/2821/1/Ambra_Stefanini_-_Tesi_di_Dottorato.pdf
- Tavakol, K. & Reicherter, E. A. (2003). The Role of Problem-Based Learning in the Enhancement of Allied Health Education. *Journal of Allied Health*, 32 (2), 110-115.

Insetti a scuola. Proposta per un apprendimento attivo delle scienze per la scuola media

Enrica Miglioli

Scuola secondaria di I grado Carlo Levi, Istituto Comprensivo M.L.King, Grugliasco (Torino)

Membro del Gruppo Scienze del CESEDI di Torino

e-mail: enricamiglioli@tiscali.it

Premessa

Insegnare e apprendere la biologia significa fare esperienza dell'unicità della vita nella sua molteplicità di forme, sperimentare le interazioni esistenti tra i viventi e i non viventi in un sistema rappresentato dal nostro pianeta. Fare esperienza diretta di qualcosa e poi riflettere, sia individualmente che in gruppo, è l'unico modo per comprendere in profondità. Nella scuola secondaria di I grado è il momento di gettare le basi del metodo scientifico. I ragazzi diventano protagonisti della costruzione del loro sapere attraverso modelli su cui lavorare, su cui riflettere e porsi domande/problemi. I ragazzi applicano il metodo sperimentale organizzati in gruppi di apprendimento cooperativo: fanno osservazioni utilizzando strumenti specifici come i microscopi, descrivono ciò che osservano in modo chiaro ed essenziale, con parole e disegni, raccolgono e rappresentano dati, "manipolano", cioè utilizzano le mani come strumenti di lavoro, pensano e preparano progetti, cercano informazioni utilizzando fonti diverse.

Ho preparato contesti/scenari di apprendimento volti a suscitare emozioni positive: divertimento, curiosità, tenerezza, stupore. Le emozioni sono veicoli importanti dell'apprendimento, giocano un ruolo fondamentale e concorrono a rendere l'apprendimento più profondo, più consapevole e quindi più significativo. Le emozioni, pertanto, entrano in gioco nella formazione perché stimolano l'intenzionalità, la partecipazione, la voglia e la disponibilità ad apprendere, sono in grado di focalizzare l'attenzione, di fissare contenuti ed esperienze, di facilitare interiorizzazione e memorizzazione. Facilitano il "fare squadra" e la creazione di un clima più confidenziale e collaborativo, generano coinvolgimento e desiderio di partecipazione attiva e trasparente. Uno dei contesti in cui è più facile stimolare emozioni positive è quello di mettere *a contatto* i ragazzi *con organismi viventi*: qualsiasi sia il tipo di organismo, scattano meccanismi affettivo-relazionali. Nella scuola ho avuto l'opportunità di utilizzare il giardino, organizzando dei "safari": muniti di fogli, matite, macchine fotografiche e piccoli contenitori, gli studenti disegnano, descrivono, fotografano e raccolgono esseri viventi e materiale vario che poi al microscopio risulta spesso "pullulare" di organismi invisibili ad occhio nudo.

In questa ottica dal 2007 ho iniziato nel laboratorio della nostra scuola un allevamento di insetti stecco di tre specie diverse che sono diventati modelli per comprendere alcuni temi centrali della biologia: il ciclo vitale, la metamorfosi, la distinzione tra maschio e femmina, l'origine dei viventi, la riproduzione sessuata e asessuata, le mutazioni, le strategie di adattamento, la classificazione. Questo lavoro ha previsto anche uno studio di comparazione con altri insetti trovati nel giardino della scuola (coccinelle, cavallette, farfalle notturne ...) consentendo di avviare il discorso della classificazione dei viventi e dell'evoluzione.

Le cinque grandi idee relative allo studio della vita. Obiettivi generali

Il lavoro con gli insetti stecco si articola in cinque moduli corrispondenti alle cinque grandi idee presentate negli obiettivi generali (figura 1):



Figura 1. Gli obiettivi generali dei cinque moduli

Metodologia

Il lavoro di laboratorio è sempre organizzato e svolto secondo il metodo dell'apprendimento cooperativo. (Felder and Brent, 2007) Questo prevede la formazione di gruppi di 3 o 4 studenti e la presenza di almeno tre elementi fondamentali: l'interdipendenza positiva (tra cui gli obiettivi di gruppo), la pratica di abilità sociali e la responsabilità individuale. Gli obiettivi di gruppo aiutano gli studenti a lavorare *come* gruppo e non solo in gruppo. La responsabilità individuale impedisce che il singolo studente possa essere sostituito dal lavoro di altri. L'interdipendenza positiva fa sì che i ragazzi si sentano accomunati dalla percezione di essere collegati gli uni con gli altri, in un modo tale che il successo del singolo e del gruppo non possano realizzarsi senza la collaborazione di tutti. L'interdipendenza ha varie forme: di ruolo, di informazione e risorse, di identità di gruppo, di contesto, di ricompensa, di celebrazione. L'apprendimento cooperativo permette di sviluppare e potenziare:

1. *La motivazione.* Gli studenti aiutano i loro coetanei ad apprendere perché è nel loro interesse farlo e così lo sforzo è aumentato
2. *La coesione sociale.* Gli studenti aiutano i loro compagni, perché si preoccupano del gruppo
3. *La personalizzazione.* Gli studenti imparano di più perché i loro compagni più capaci possono impegnarsi con le particolari difficoltà che uno studente sta avendo (l'insegnamento reciproco può generare apprendimento più efficace di quanto sarebbe possibile con un solo adulto per ogni studente, a causa del cambiamento dei rapporti di potere)
4. *L'elaborazione cognitiva.* Coloro che forniscono aiuto in contesti di gruppo sono costretti a riflettere di più sulle proprie idee chiarendole meglio (non si capisce mai veramente qualcosa, fino a quando non lo si prova ad insegnare a qualcun altro)

Attivare gli studenti come risorse di apprendimento reciproco può quindi essere visto come un trampolino di lancio per gli studenti affinché diventino responsabili e protagonisti del proprio apprendimento.

Valutazione

La verifica è la raccolta dei dati necessari a formulare un giudizio, mentre la valutazione è un giudizio di valore formulato sulla base dei dati disponibili. Si può verificare senza valutare ma non si può valutare

senza prima aver verificato. Secondo Johnson D.W. e Johnson R.T. ci sono alcune regole per verificare e valutare. Vengono utilizzati metodi di verifica differenti:

- a. quelli basati sulla prestazione che si focalizzano sui risultati dell'apprendimento, su ciò che gli studenti hanno appreso e che si concretizzano in temi, progetti, filmati, test scritti, ricerche e lavori manuali;
- b. quelli di "qualità totale" che si concentrano sui processi dell'apprendimento, sul come gli studenti hanno appreso;
- c. quelli di verifica "autentica" che richiedono agli studenti di usare la procedura o l'abilità desiderata in un contesto reale e che riguardano la conduzione di un esperimento, la stesura di un articolo per un giornalino di istituto, la presentazione orale ad un convegno simulato o la preparazione di una mostra. (Wiggings, 1989)

È necessario verificare con costanza e sistematicità in termini formativi, poiché gli studenti hanno bisogno di un feedback continuo ed individuale. Gli studenti vanno coinvolti direttamente nella verifica del loro livello di apprendimento utilizzando un sistema basato su criteri oggettivi che confrontino i miglioramenti del singolo e non il suo livello di raggiungimento in riferimento ai compagni. Il processo di valutazione include, oltre la verifica del livello quantitativo e qualitativo dell'apprendimento, anche il controllo del miglioramento delle competenze sociali che mediano l'apprendimento. Si prevede una doppia valutazione: quella individuale e quella di gruppo. Per ciò che riguarda la valutazione delle competenze si predispose una griglia osservativa per la raccolta in itinere di "indizi di competenza", su tre livelli: base, intermedio e avanzato. Corrispondenza tra livelli e voti:

Base	5 e 6
Intermedio	7 e 8
Avanzato	9 e 10

Tabella 1. Corrispondenza tra livelli di competenza e voti

Questa valutazione viene effettuata dal docente osservando il lavoro dei gruppi durante l'attività, mentre i ragazzi interagiscono tra loro e producono informazioni, conoscenze, rielaborazioni. (figura 2)

A l l i	Avere atteggiamenti d'interesse e curiosità verso i fenomeni della realtà circostante
	Sviluppare le capacità senso-percettive, che riguardano l'osservazione e la raccolta dati mediante l'esplorazione e la manipolazione di oggetti
	Riconoscere le proprietà di diversi oggetti confrontandoli, individuando somiglianze e differenze e operando classificazioni in base alle proprietà
	Sviluppare abilità e capacità di descrivere un dato scientifico anche con l'aiuto di mappe concettuali
	Porre e porsi domande, alle quali un'indagine scientifica cerca di dare risposta
	Riconoscere le cause e gli effetti nei fenomeni considerati
	Saper lavorare in gruppo (ascolto, confronto, discussione, argomentazione)

Figura 2. Griglia per l'osservazione in itinere degli indizi di competenza (dal curriculum verticale di scienze dell'Istituto comprensivo M.L.King di Grugliasco)

Modulo 2. Ordinare la vita attraverso criteri di classificazione serve a comprenderla meglio

Questo modulo permette al docente di fissare il concetto di specie e nel contempo di parlare e discutere sul significato della scienza, partendo proprio dall'evoluzione che la comprensione e lo studio degli esseri viventi ha avuto nel corso dei secoli. L'epistemologia della scienza aiuta i ragazzi a dare un significato al loro processo di apprendimento e a considerare la scienza non più come una fede che dà solo verità assolute, ma come proponente di "verità" provvisorie, valide finché non sono superate da altre. La scienza si nutre di dubbi, di incertezze, ma è proprio questa sua natura che ci consente di andare avanti,

oltre le conoscenze attuali per ridisegnare ogni volta la realtà del nostro mondo. Come dice Thomas Kuhn, in questo approccio il progredire della scienza non è più lineare, ma necessita ogni tanto di una *rivoluzione scientifica* cioè un rovesciamento delle concezioni metodologiche o un nuovo paradigma concettuale.

Guida per l'insegnante

Uno dei primi sistematici fu Aristotele che ordinò i viventi nei tre regni, Vegetale, Animale e Umano formati da materia che acquisisce un principio soprannaturale; in contrapposizione Democrito diceva che la vita si ha quando la materia è sottoposta a meccanismi che sono interni alla natura (leggi naturali). E in questo caso si discute sulla relazione tra scienza e fede, con importanti implicazioni interdisciplinari. L'idea del modello di Aristotele perdurò per secoli, consentendo l'affermarsi della sistematica fissista, che concepiva ciascuna specie fissa nel tempo così come era stata creata da un'entità fuori dalla natura. È importante sottolineare che anche il grande sistematico Linneo, il cui sistema di nomenclatura binomia usiamo ancora, era un fissista. Solo dalla fine del settecento e poi nell'ottocento si fa strada il convincimento che le specie si trasformano in altre specie nel corso di milioni di anni, aprendo la via al concetto di evoluzione.

Nella classificazione operata oggi giorno i gruppi tassonomici non danno solo un ordine tra morfologie, fisiologie e comportamenti diversi osservabili nei viventi, ma ci consentono di definire l'effettivo grado di parentela fra due o più specie e di ricostruire la storia della vita sulla terra. Un aspetto molto interessante che può derivare dalla definizione di specie (con una grande valenza interdisciplinare) è la dimostrazione scientifica che tutti gli uomini del mondo appartengono ad un'unica specie, l'*Homo sapiens*: gli uomini si incrociano in tutte le possibili combinazioni e i meticci e i mulatti, a loro volta, danno incroci fecondi. Le razze sono solo varietà geografiche.

Attività degli studenti

In un primo momento ai ragazzi è richiesto di usare letture, siti internet messi a disposizione dal docente per ricavare informazioni generali sugli insetti stecco. In un secondo momento, i ragazzi lavorano con gli insetti utilizzando lenti e stereo-microscopi, compilano una scheda-relazione con i risultati dell'osservazione diretta degli insetti, arricchita con le notizie raccolte dalla ricerca precedente. I ragazzi noteranno la maggior difficoltà ad "operare" con organismi vivi e dovranno trovare strategie per la migliore osservazione possibile. Alla fine i gruppi presenteranno alla classe la specie di insetto stecco studiato, utilizzando cartelloni o una presentazione con PowerPoint. Gli studenti scoprono che:

- La morfologia e la fisiologia degli organismi sono alla base della classificazione.
- All'interno di un grande raggruppamento (Insetti) si possono distinguere sottogruppi, fino ad identificare la specie.

Nucleo tematico: Gli esseri viventi

Ordine di scuola: Prima classe della scuola secondaria di primo grado

Tempo medio per svolgere il modulo: Otto –nove ore

Enunciati di competenza utilizzati: Utilizzare fonti. Formulare ipotesi in base ai dati forniti. Riconoscere e stabilire relazioni. Classificare. Applicare le conoscenze acquisite alla vita reale.

Obiettivi di apprendimento: Effettuare una ricerca di informazioni utili tra le fonti a disposizione. Osservare parti di un organismo e collegarle alla loro funzione. Utilizzare l'osservazione per trovare criteri di classificazione. Descrivere e riconoscere costanti e variabili.

Organizzatori concettuali (Nuclei fondanti): Strutture e funzioni. Modelli.

Concetti chiave: La struttura della materia vivente. I criteri di classificazione degli organismi viventi.

Prerequisiti dello studente: I principali raggruppamenti dei viventi (Dominio – Regno – Tipo). Il ciclo vitale. Uso dei microscopi e del materiale di laboratorio.

Competenze lato docente: Preparare fonti adatte da proporre agli studenti (siti internet – libri – schede di rapida consultazione). Acquisire sicurezza nelle attività di laboratorio. Partire dalle preconcoscenze degli

studenti e saper individuare le misconcezioni. Dedicare ampio spazio a discussione, confronto e riflessione su quello che si fa.

Competenze lato studente: Distinguere nelle fonti le informazioni utili. Individuare domande alle quali un'indagine scientifica cerca di dare risposta. Utilizzare linguaggi specifici. Descrivere con vari strumenti (relazioni scritte, orali, disegni, mappe, presentazioni in PowerPoint) i risultati di un'osservazione.

Abilità sociali (Comoglio e Cardoso 1996): Sapersi relazionare con gli altri (ascolto, accoglienza). Leadership (suddividere i ruoli, pianificare, definire gli obiettivi, favorire la partecipazione, spiegare idee e procedure, scandire i tempi di lavoro). Gestione dei conflitti (autocontrollo delle proprie emozioni, accettare le differenze e riconoscere il valore degli altri, negoziare). Soluzione dei problemi (favorire la generazione di idee, criticare le idee e non le persone, usare aiuti per la correzione tra pari, raggiungere un accordo). Prendere decisioni.

Attività sperimentale:

Osservo e descrivo

Materiale: Insetto stecco. Scheda di osservazione (allegato 1). Materiale di consultazione. Netbook. Stereo-microscopio.

Ipotizzo e concludo

- Da che cosa si riconosce che si tratta di un essere vivente?
- Da quali caratteristiche si deduce che questo organismo appartiene al regno animale?
- Questo organismo appartiene al gruppo dei vertebrati o degli invertebrati? Giustificare la risposta.
- In base alle osservazioni, si tratta di un:
 - Porifero
 - Celenterato
 - Platelmintata
 - Nematode
 - Anellide
 - Mollusco
 - Artropode
 - Echinoderma
- Cosa distingue questo organismo come Insetto?

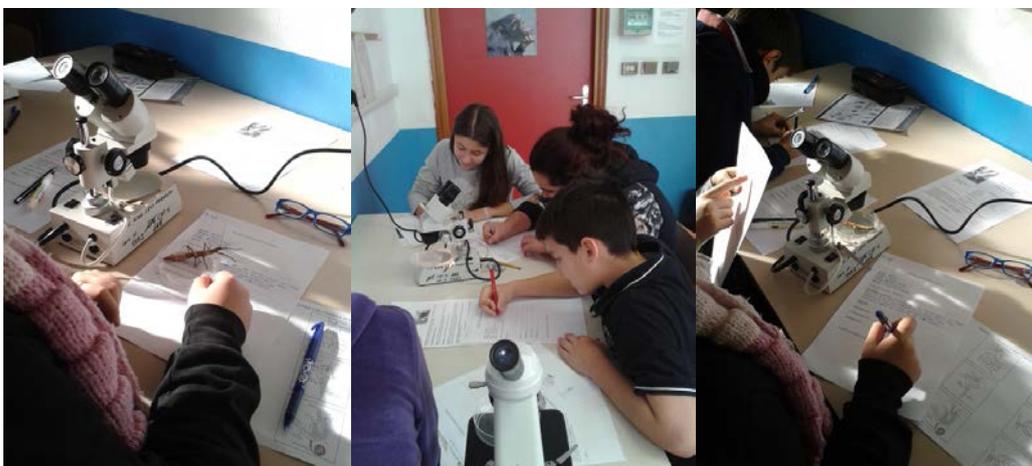


Figura 3. Studenti all'opera durante lo svolgimento del modulo.



Figura 4. Immagini dallo svolgimento del modulo.

Valutazione

Per la valutazione dei risultati dell'apprendimento si utilizza la griglia della figura 5 e viene effettuata sui prodotti del lavoro sperimentale (relazioni, test, ricerche, manualità ...). Questa valutazione (che è individuale) viene integrata dalle osservazioni in itinere (figura 2). Si utilizzano i voti riferibili alla Tabella 1.

	AVANZATO	INTERMEDIO	BASE
Utilizzo fonti	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Distingue le informazioni utili ✓ Organizza le risorse in modo logico e coerente ✓ Facilita l'uso delle risorse 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifica le informazioni utili con qualche difficoltà ✓ Organizza le risorse in modo non sempre coerente con gli obiettivi del lavoro 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non identifica tutte le informazioni utili ✓ Non sempre le informazioni trovate sono coerenti con le richieste
Utilizzo strumenti	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conosce e utilizza in modo sicuro e appropriato gli strumenti a disposizione 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilizza in modo corretto gli strumenti a disposizione 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utilizza in modo non sempre corretto e/o insicuro gli strumenti a disposizione
Compilazione scheda - relazione	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registra in modo ordinato i dati e le osservazioni ✓ Le descrizioni sono pertinenti, accurate e complete, espone in modo chiaro e preciso ✓ Le conclusioni sono precise ed esplicite ✓ L'uso del linguaggio specifico rende la comunicazione chiara ed efficace 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registra in modo abbastanza ordinato i dati e le osservazioni ✓ Le descrizioni sono sostanzialmente corrette, anche se con qualche omissione ✓ Le conclusioni sono sostanzialmente corrette, illustrate con spiegazioni abbastanza chiare ✓ La comunicazione è comprensibile ed esprime il significato complessivo, con termini e/o concetti chiave 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non è ordinato nella registrazione dei dati e delle osservazioni ✓ Le descrizioni sono solo parzialmente corrette e/o fornite in modo incompleto ✓ Le conclusioni sono confuse e si rilevano errori; non riesce a trovare spiegazioni e argomentazioni a quanto osservato ✓ La comunicazione è quasi sempre comprensibile nel significato globale ma le poche informazioni essenziali sono riportate con scarso uso di termini specifici

Presentazione del lavoro di ricerca	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La presentazione contiene ampie e documentate informazioni ✓ Il linguaggio è chiaro e sintetico, i termini usati sono appropriati e adeguati al contesto, l'esposizione segue un percorso logico ✓ La presentazione viene utilizzata come traccia da integrare, la conoscenza dei contenuti è sicura, si è in grado di rispondere a eventuali domande ✓ L'organizzazione della presentazione rispetta i tempi a disposizione 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La presentazione contiene le informazioni essenziali ✓ La comunicazione delle idee è appropriata e il linguaggio è comprensibile; l'esposizione non è sempre strutturata in modo logico ✓ C'è una buona padronanza dei contenuti, a livello concettuale sono evidenti alcune incertezze, ma si è in grado di rispondere alle domande ✓ L'organizzazione della presentazione rispetta i tempi a disposizione 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La presentazione contiene poche informazioni essenziali, alcune superflue, ma sostanzialmente attinenti alle richieste ✓ Ci sono difficoltà nella comunicazione delle idee, i termini sono inadeguati al contesto, l'esposizione è frammentata ed è difficile cogliere i collegamenti ✓ La presentazione viene letta, la conoscenza dei contenuti è superficiale; si nota una certa difficoltà a rispondere ad eventuali domande ✓ Nel procedere della presentazione si perde l'organizzazione dei tempi
--	---	--	---

Figura 5. Griglia di valutazione dei risultati dell'apprendimento

Per la valutazione delle abilità sociali si utilizza la seguente griglia (figura 6). Si utilizzano i voti riferibili alla Tabella 1.

Gruppo	Alunno	Relazionarsi con gli altri	Leadership	Gestione dei conflitti	Soluzione di problemi	Prendere decisioni

Figura 6. Griglia per la valutazione delle abilità sociali

Allegato 1.

Osservazione di insetto stecco: scheda 1.

Obiettivo: identificare un organismo vivente attraverso strumenti specifici di osservazione e arrivare a una classificazione, determinandone le caratteristiche morfologiche

Materiale: stereomicroscopio, capsule Petri con l'insetto, foglio bianco, matita, gomma, colori, righello

Procedura: Osserva attentamente tutte le parti dell'organismo, spostando la capsula quando serve (attenzione! Sono esseri viventi, maneggia con delicatezza)

Osservazioni: In quante parti è diviso il corpo?.....

.....
.....
Di che colore è?
Quante zampe ha?
Descrivi la struttura delle zampe
.....
Ha delle antenne?
Ha delle ali?
Quanto è lungo?
Misura la lunghezza di ogni struttura (testa, torace, addome, zampe, antenne ...)
.....
.....
Descrivi brevemente la bocca:
.....
Come sono gli occhi?
A quale delle tre specie appartiene?
Altre osservazioni:
.....

Disegna l'insetto stecco che hai esaminato e coloralo.

Bibliografia

- Felder, R. M. and Brent, R. (2007). Cooperative Learning. In P.A. Mabrouk, Ed., *Active Learning: Models from the Analytical Sciences*, ACS Symposium Series 970, (pp. 34–53). Washington, DC: American Chemical Society.
- Wiggings, G. (1989). A True Test: Toward More Authentic and Equitable Assessment. *The Phi Delta Kappan*, 70 (9), 703-713.
- Comoglio, M. e Cardoso, M. A. (1996). *Insegnare e apprendere in gruppo*. Roma: LAS.
- Mezzetti, G. (1987). *L'uomo dalla natura alla scienza*. Firenze: La Nuova Italia (Progetto scuola Pangloss).
- Negrino, B., Rondano, D. (2012). *Come uno scienziato: Darwin (libro C)*. Torino: Il capitello.
- Zanoli, R., Pini, L., Veronesi, P. (2012). *Scopriamo la Natura*. Bologna: Zanichelli.
- McGavin, G. C. (2006). *Insetti e ragni*. Milano: Fabbri.
- Stella E. (1992). *Elogio dell'insetto stecco*. Torino: Editrice La Stampa.
- Siti relativi alle tre specie di insetti ospiti: "Medauroidea extradentata", "Phaenopharos khaoyaiensis", "Lamponius guerini"; sito insettostecco.it

Programma il Futuro, un'esperienza positiva

Andrea Giannangeli

IC "Egisto Paladini" – Treia (MC)

e-mail: agiannangeli@hotmail.com

Introduzione

Nel corso dell'anno scolastico 2014/2015 la scuola secondaria di primo grado di Treia ha aderito al progetto "Programma il Futuro", avviato dal MIUR e con la collaborazione del CINI – Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica - nell'ambito del programma "La Buona Scuola". L'idea nasce nel mese di ottobre 2014 quando il mio collega prof. Teloni Federico ed io abbiamo deciso di partecipare ad un evento organizzato in occasione della settimana europea della programmazione (Europe Code Week, 11-17 ottobre 2014), occasione durante la quale il MIUR ha avviato l'iniziativa *Programma il futuro*.

Motivazione e metodi didattici

La comprensione dei concetti fondamentali dell'informatica e il pensiero computazionale (Wing, 2006) sono solo alcuni degli aspetti più innovativi che caratterizzano questo progetto e che hanno accompagnato gli studenti attraverso un percorso in itinere di grande successo. I percorsi didattici di *Programma il Futuro* sono accessibili dal sito di fruizione (<http://studio.code.org/>) e si dividono in lezioni interattive e lezioni senza rete: le prime sono disponibili via web e sono organizzate in una serie di esercizi progressivi che non richiedono particolari abilità informatiche e conoscenze scientifiche; le seconde senza rete invece possono essere svolte semplicemente anche con carta e penna e non richiedono l'uso di un calcolatore. Per ciascun tipo di lezione sono previste due modalità di utilizzo: base (*L'Ora del Codice*) e avanzata (*Corso Introduttivo*). *L'Ora del Codice* prevede lo svolgimento di attività propedeutiche al pensiero computazionale e impegna gli studenti per circa un'ora tempo. *Il Corso Introduttivo* approfondisce gli aspetti del pensiero computazionale e prevede fino ad un massimo di 20 lezioni per un tempo variabile. Tutte le attività proposte contribuiscono a sviluppare le competenze logiche e le capacità di risolvere problemi, attraverso la programmazione (coding) in un ambiente ludico. Le lezioni possono essere svolte per piccoli gruppi, anche strutturati secondo la filosofia dell'apprendimento cooperativo (Cardellini, Felder, 1999) e possono trovare applicazione nella metodologia del problem solving (Cardellini, Johnstone, 2006).

Presentazione dell'esperienza e discussione

Il progetto inizia nel mese di Novembre dell'a.s. 2014/2015 e sono stati coinvolti tutti gli studenti delle classi prime, seconde e terze della sezione B. Dopo aver eseguito l'iscrizione come docente referente al sito ufficiale (<http://www.programmailfuturo.it/>), ho dovuto procedere all'iscrizione di ogni singolo alunno per

ottenere il codice di accesso personale. In questa maniera ogni studente può svolgere autonomamente le proprie lezioni ed esplorare in completa libertà i contenuti che maggiormente lo interessano. L'insegnante dopo aver creato la sua classe virtuale ed aver iscritto gli alunni ad un corso, può controllare tramite un cruscotto i progressi e gli apprendimenti degli allievi. La tipologia di lezione senza rete è stata ideata per essere svolta senza computer, dunque è un'attività che può essere pratica avendo anche poco tempo a disposizione (ad esempio per spezzare la routine delle lezioni canoniche), in qualsiasi contesto (anche fuori dall'aula) e con pochi mezzi a disposizione (servono solo carta e penna). Particolarmente apprezzata dagli studenti è stata la lezione 4 *Programmazione su carta a quadretti* (<http://studio.code.org/s/20-hour/stage/4/puzzle/1>) che si articola nelle seguenti attività: scegliere un'immagine; scrivere l'algoritmo per disegnare l'immagine; convertire l'algoritmo in un programma; scambiare il programma con un altro studente o gruppo di studenti e disegnare l'immagine; verificare che il programma sia corretto; aggiungere funzioni per rendere il programma più semplice. Per lo svolgimento di queste attività ho applicato i criteri del cooperative learning, organizzando gli studenti in gruppi di due o tre, prevedendo anche l'alternanza dei ruoli. Di seguito descrivo alcuni dei possibili ruoli che gli studenti possono assumere. Ruolo 1, l'ideatore: inventa o sceglie un'immagine da sviluppare; ruolo 2, il programmatore: crea l'algoritmo e lo traduce in linguaggio simbolico; ruolo 3: il revisore: analizza, elimina gli errori del programma, apporta miglioramenti con le funzioni (Figura 1).

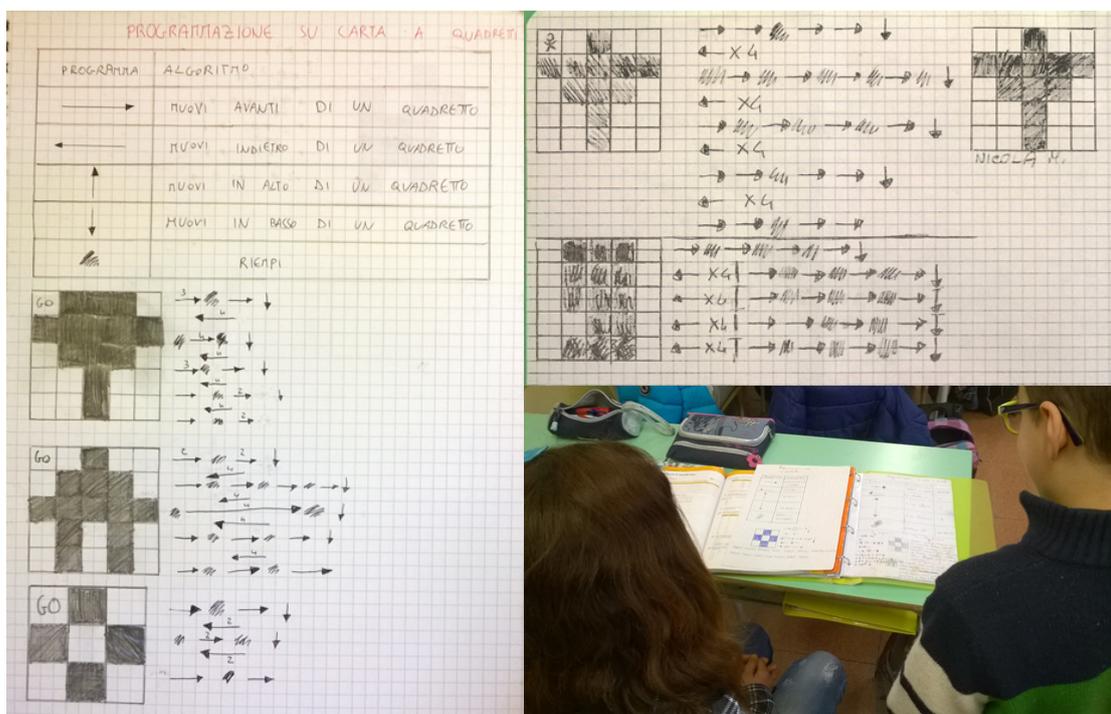


Figura 1. Esempio di programmazione su carta in CL: è possibile osservare l'applicazione delle funzioni e la presenza di alcuni bugs.

Le lezioni interattive richiedono necessariamente una connessione internet e un maggior tempo di esecuzione. Anche in questo caso ho organizzato gli studenti in piccoli gruppi con al massimo due – tre componenti per computer (Figura 2). Considerato il grande interesse e coinvolgimento da parte degli allievi ho lasciato sin da subito ampia libertà e autonomia nella scelta delle attività, limitando i miei interventi solo a piccole richieste di aiuto. Alcuni alunni si sono particolarmente distinti e prodigati nel somministrare spiegazioni ai compagni in difficoltà, dimostrando di possedere elevate competenze in questa disciplina.



Figura 2. Nella lezione interattiva gli alunni possono svolgere attività autonome e indipendenti. Ciascuno è libero di scegliere cosa fare in base al proprio interesse

Attraverso il pannello di controllo ho potuto monitorare la partecipazione e i progressi dei miei studenti, osservando con ammirazione che molti di essi proseguivano autonomamente il lavoro a casa. Le motivazioni che li hanno spinti a procedere volontariamente sono state: l'interesse personale, l'entusiasmo verso una disciplina nuova e didatticamente attraente, il desiderio di approfondire. Espongo di seguito due esperienze che illustrano al meglio il processo di autonomia perseguito dagli alunni.

Esperienza 1. In generale posso affermare che la partecipazione degli studenti è stata quasi totale e il 40% di essi ha scelto di proseguire il lavoro anche a casa. Due alunni di classe terza, con valutazione in matematica sufficiente, hanno completato la modalità avanzata di 20 lezioni in solo due pomeriggi, concludendo che è stata un'esperienza molto divertente ed interessante, sicuramente da approfondire. Dal loro punto di vista il coding è stato un modo per esercitare e coltivare la passione dell'informatica, esulare dalle consuete attività didattiche, provare entusiasmo nello studio. Per me è stato motivo di scoperta, avendo avuto la possibilità di fare emergere, in alcuni alunni, competenze latenti mai rilevate precedentemente, e di riflessione, per quanto concerne l'adeguatezza del mio attuale sistema valutativo di impianto disciplinare, evidentemente carente in questo contesto didattico.

Esperienza 2. Un altro traguardo raggiunto in termini di autonomia riguarda questa volta una studentessa di classe prima, che fin da subito si è distinta per il suo spiccato interesse e coinvolgimento verso questa attività. L'alunna di sua iniziativa ha portato a termine quasi la metà delle lezioni del programma avanzato ma, questa volta, il coding è stato il punto di partenza per sviluppare ulteriori interessi e nuove competenze. Come detto in precedenza, l'alunna ha mostrato da subito grandi abilità informatiche, tanto da essere spinta, autonomamente, a trascrivere il suo "quaderno delle regole di matematica" su supporto digitale. Dice di averlo fatto solo per il piacere di farlo e che le maggiori difficoltà incontrate non hanno rappresentato un ostacolo al raggiungimento del suo scopo (Figura 3).

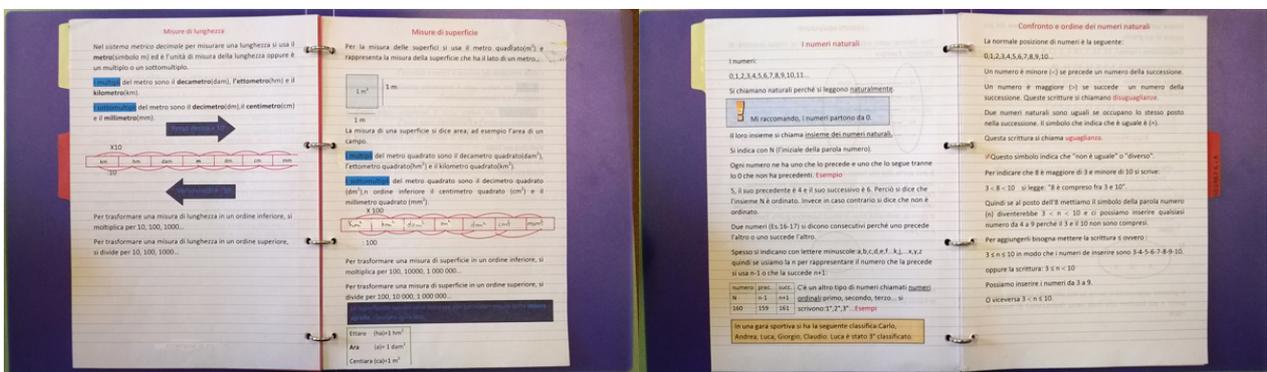


Figura 3. Alcune pagine del "quaderno delle regole di matematica" di Serena, alunna di classe prima, scritto al computer

L'interesse e la voglia di conoscere, se opportunamente guidati e stimolati, a quanto sembra, possono superare l'ostacolo della noia dei compiti domestici e spingere gli studenti verso nuovi traguardi. Quando con grande stupore e ammirazione ho controllato il "quaderno delle regole" di Serena, perfetto dal punto di vista grafico e dei contenuti, tento un ulteriore passo in avanti proponendole l'uso del software GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>), per la creazione di immagini geometriche di migliore qualità. La conclusione è che ormai tutta la classe è stata coinvolta in questo percorso didattico e sta utilizzando al meglio le potenzialità di questo software, sia per lo studio della geometria sia per la soluzione di alcuni problemi (ad esempio per analizzare le proprietà dei punti notevoli dei triangoli). La studentessa prepara autonomamente le lezioni al computer e funge anche da tutor nei confronti degli alunni meno abili. Lo spirito di emulazione ha spinto alcuni compagni a seguire il suo esempio, generando un meccanismo a catena che è sostenuto dalla motivazione e dalla passione.

L'entusiasmo è il denominatore comune che ha legato il progetto *Programma il Futuro* a tutte le attività didattiche che da esso ne sono scaturite. Gli studenti sono stati coinvolti in prima persona e hanno potuto sperimentare forme di autoapprendimento in un ambiente dinamico e creativo (Figura 4), ottenendo al termine delle attività un attestato di partecipazione (Figura 5).

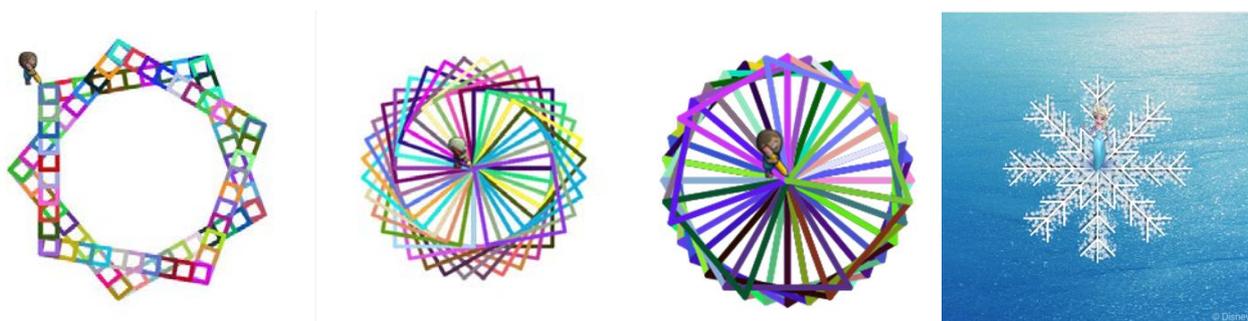


Figura 4. Immagini creative realizzate dagli studenti con "l'Artista" e "Frozen"



Figura 5. Certificati di partecipazione degli studenti rilasciati al termine delle attività

Conclusioni

Dai risultati della mia esperienza il progetto *Programma il futuro* ha ampiamente superato gli obiettivi prefissati dai suoi ideatori. L'acquisizione di tecniche rudimentali di programmazione, lo sviluppo del pensiero computazionale, l'applicazione del problem solving e il lavoro cooperativo hanno insieme promosso un autentico processo di autonomia allo studio. Gli alunni hanno scoperto una disciplina capace di coinvolgerli, entusiasmarli e spingerli alla ricerca di altra conoscenza. Questa attività didattica mi ha permesso di vedere gli alunni con una nuova prospettiva, di fare affiorare competenze nascoste e di avere nuovi stimoli per l'esercizio della professione. Inoltre è stata anche un'occasione per progredire e migrare verso un sistema di valutazione continuo e per competenze.

Bibliografia

1. Cardellini, L. & Johnstone, A. H. (2006). Problem solving: per migliorare le capacità cognitive. *IS Informatica & Scuola*, 13 (1), 32-35.
2. Cardellini, L. & Felder, R. M. (1999). L'apprendimento cooperativo. Un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti. *La Chimica nella Scuola*, 21 (1), 18-25.
3. Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35.
4. <http://code.org/>
5. <http://codeweek.it/>
6. <https://www.geogebra.org/>
7. <http://www.programmailfuturo.it/>

ValorizziAMOci – Amor sacro Amor profano

Chiara Falessi

Liceo Scientifico "Vito Volterra" – Fabriano

e-mail: c.falessi@liceoscientificofabriano.it

A Fabriano, intorno a san Venanzio, Cattedrale della città, il 6 giugno 2014 è stata una giornata importante: ha infatti avuto luogo l'evento "ValorizziAMOci – Amor Sacro Amor Profano" preparato dai ragazzi del Liceo scientifico "Vito Volterra". Ho avuto l'opportunità di seguire il progetto da vicino, in qualità di referente, e credo sia interessante proporre una sorta di narrazione, per certi versi multifocale, del progetto.



Figura 1. La maglietta ideata dagli studenti per i partecipanti al progetto

ValorizziAMOci è apparso da subito un progetto *sui generis*: in modo particolare, nascendo come iniziativa di un gruppo di studenti di classi e anni diversi dell'Istituto, ha avuto un forte appeal fra i ragazzi che hanno garantito impegno e partecipazione sempre crescenti (infatti, da un nucleo iniziale di 5-6 studenti, il progetto ha coinvolto ben più di 80 liceali), nonostante la concomitanza con la fine dell'anno scolastico (con la stanchezza e le tensioni che accompagnano questo periodo).



Figura 2. Lavorando alle diverse aree del progetto

Questa peculiarità si è, ovviamente, riverberata sul ruolo da me ricoperto: mi sono spesso trovata a motivare gli studenti, ma non nell'accezione generalmente riservata da noi insegnanti a questo termine. Infatti, più che a spronare, mi sono trovata a convogliare entusiasmo ed energie, creando una struttura solida ma comunque flessibile di gruppi e capi-gruppo (per ogni settore necessario alla realizzazione dell'evento) affinché gli studenti potessero lavorare concretamente ma in modo autonomo. Inoltre, è da notare come questi ragazzi abbiano voluto contare solo sulle proprie forze, declinando aiuti esterni (studenti di altre scuole, professionisti, associazioni cittadine), a meno che non fossero effettivamente necessari per disposizioni legislative (ad esempio, le norme relative alla somministrazione di alimenti e bevande per l'happy hour) o per conoscenze tecniche (la regia e la gestione di audio e luci durante lo spettacolo).



Figura 3. Il pieghevole e il volantino di ValorizziAMOci

Quindi, concludo le mie tante osservazioni sul progetto limitandomi a ricordare una delle numerose regole non scritte vigenti fra tutti i partecipanti di *ValorizziAMOci*: essa prevedeva la possibilità di esprimere le proprie opinioni sia di persona sia sui vari social (veicolo indispensabile per lo scambio di idee, umori, compiti e verifiche *in itinere* della realizzazione dell'evento ma anche, come si vedrà, per la riflessione sul lavoro svolto): come potete notare, mi permetto di seguire questa regola anche nella redazione di questo breve intervento, in quanto, dopo alcune brevi informazioni circa la natura e le caratteristiche di *ValorizziAMOci*, vorrei proporre le opinioni dei principali attori del progetto stesso: gli studenti che lo hanno realizzato, la docente che li ha seguiti ed il "pubblico" che li ha apprezzati.

ValorizziAMOci: l'evento

I liceali hanno infatti voluto mostrare alla cittadinanza che cosa fanno e che cosa sanno fare, non solo in ambito scolastico e, per questo, hanno ideato, voluto e realizzato questo incontro. Nel pomeriggio, nel chiostrò di San Venanzio, si è svolta la mostra dei progetti realizzati dai ragazzi durante l'anno scolastico nelle varie discipline: curati nell'allestimento (si rincorrono, infatti, nei pennoni, nelle magliette degli organizzatori e nelle esposizioni, il bianco e il rosso, i colori della città, ma anche la traduzione cromatica dell'Amor sacro e dell'Amor profano), i progetti sono relativi a tutti gli ambiti disciplinari del Liceo scientifico: dalla letteratura, all'arte, alle discipline storiche (per dimostrare che la preparazione dei ragazzi del Liceo scientifico è valida a 360°), alla matematica e alle scienze. Fondamentali, poi, sono stati i contributi di progetti creativi, come quello realizzato per "Impara a intraprendere". Alcuni degli studenti che hanno partecipato ai vari approfondimenti hanno esposto ai visitatori attenti e interessati i diversi progetti in modo tale da dimostrare, con la semplicità propria dei giovani, non solo di possedere ottime conoscenze disciplinari, ma anche di averle interiorizzate e fatte proprie.



Figura 4. Alcuni stand della mostra

In seguito, dopo cena, nell'incantevole cornice del sagrato della Cattedrale, gli studenti hanno proposto uno spettacolo importante e composito, fatto di recitazione, danza e musica, in cui talenti da tempo coltivati (come la musica e la danza) si sono intrecciati a passioni appena scoperte (la recitazione, i rudimenti della regia, l'allestimento scenografico, la realizzazione dei costumi). Con il costante riferimento al tema "Amor Sacro Amor Profano", i ragazzi hanno presentato a un pubblico numeroso e partecipe dei brani di importanti autori della Letteratura italiana delle origini e, soprattutto, del Novecento (rivisti e riadattati per ragioni tecniche di recitazione e fruibilità): sono state dunque offerte varie declinazioni dell'Amor Sacro, da quella per il Creato di san Francesco d'Assisi a quella per la donna amata di Mario Luzi, una rilettura disincantata ed egoistica di un mitologico amore, quello fra Orfeo ed Euridice, condotta da Cesare Pavese, e la lotta fra due tipi di Amori Profani assai attuali che si contendono la vita di un giovane, secondo quanto immaginato da Italo Calvino.



Figura 5. Recitazione e danza si fondono nello spettacolo serale

La parte serale di *ValorizziAMOci* si è conclusa con l'esibizione di tre band di studenti del Liceo scientifico: pur frequentando generi musicali assai diversi fra loro, questi gruppi (di cui uno nato proprio per l'evento) hanno ricordato a tutti quanto sia bello ma anche difficile suonare bene e soprattutto suonare bene insieme. Lo straordinario valore aggiunto di questo progetto è proprio in questa volontà che è partita dagli studenti e fra gli studenti si è diffusa.



Figura 6. Le band del Liceo scientifico

La volontà di relazionarsi fra coetanei, con i docenti, con la Preside, con il personale scolastico, con la realtà economica della zona (il progetto si è autofinanziato grazie alla ricerca di sponsor), con le autorità comunali ed ecclesiastiche, con i massmedia locali. La volontà di scegliere e di gestire in autonomia il progetto, a livello finanziario, e se stessi, seguendo gli impegni scolastici e *ValorizziAMOci*. La volontà di scommettere su se stessi e di impegnarsi in prima persona ... Insomma, la volontà di crescere! Sì, il 6 giugno è stata una giornata importante per questi ragazzi.



Figura 7. La forte affluenza di pubblico è una ricompensa per i ragazzi

ValorizziAMOci: la parola ai protagonisti

Dopo l'estate e dopo il naturale sedimentarsi delle emozioni, in qualità di referente, ho ritenuto interessante far riflettere gli studenti coinvolti sull'esperienza vissuta per conoscere meglio le loro opinioni: ho, a tal fine, lanciato l'idea di un sondaggio fra i partecipanti. Nel rispetto delle "regole" di *ValorizziAMOci*, questo è stato realizzato interamente (domande e opzioni di risposta) da alcuni responsabili dell'organizzazione dell'evento ed è stato condotto (come divulgazione e raccolta dei dati), prevalentemente, tramite il gruppo Facebook dell'evento (da subito, mezzo di comunicazione privilegiato da gran parte degli studenti coinvolti). I quesiti del sondaggio, cinque in tutto, di cui due composti da due domande, sono relativi a vari momenti della realizzazione del progetto: si parte da una riflessione sulle motivazioni che hanno spinto i ragazzi a partecipare per poi andare a indagare la fattibilità di seguire sia le attività scolastiche sia gli impegni di *ValorizziAMOci*. Inoltre, con una sensibilità tutta adolescenziale e quindi legata all'"attimo", gli studenti hanno ricordato le sensazioni provate durante il progetto e, con grande maturità intellettuale, i feedback ricevuti (dato indispensabile per migliorare e rinnovarsi). Infine, a conclusione del sondaggio e, idealmente, dell'esperienza vissuta, gli studenti hanno proposto un quesito circa una propria abilità acquisita *ex novo* o accresciuta grazie a *ValorizziAMOci*.

Osservando quesiti e risposte più da vicino, la prima domanda è relativa alle motivazioni che hanno spinto i ragazzi a partecipare al progetto: è davvero interessante notare, innanzi tutto, che ben il 64% degli studenti abbia desiderato fare qualcosa di utile per la città, rendendosi conto delle difficoltà (economiche ma non solo) che Fabriano e le zone limitrofe stanno attraversando. Inoltre, ricordiamo che fra gli adolescenti e i giovani, l'entusiasmo di chi partecipa a un'iniziativa è "contagioso": e gli studenti del "Volterra" non si sono sottratti a questa splendida epidemia (18% dei partecipanti).

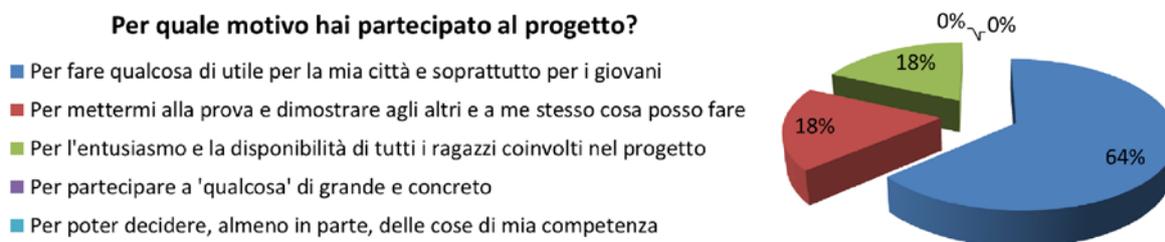


Figura 8. Per quale motivo hai partecipato al progetto?

Successivamente, gli studenti si sono interrogati, con una domanda articolata, sulle modalità di conciliazione fra impegni scolastici e attività del progetto e sulla difficoltà di questa conciliazione: dai dati emerge che diverse attività possono essere facilmente portate a termine (il 31% riferisce di una gestione poco impegnativa dei vari compiti), grazie soprattutto "a passione, voglia di fare e entusiasmo" (37% dei partecipanti). Mi permetto di sottolineare che queste risposte che ci parlano di ragazzi con passioni, abili a destreggiarsi fra le proprie varie attività (18%) e che non esitano a lavorare fino a tardi (9%) devono essere uno sprone, per noi insegnanti, a far sì che gli studenti possano lavorare al meglio (soprattutto in periodi particolarmente impegnativi per la scuola), organizzando riunioni snelle, con tempi e orari flessibili (come ben ha colto il 36% dei ragazzi) e sfruttando al massimo le possibilità di comunicazione offerte dai social network.

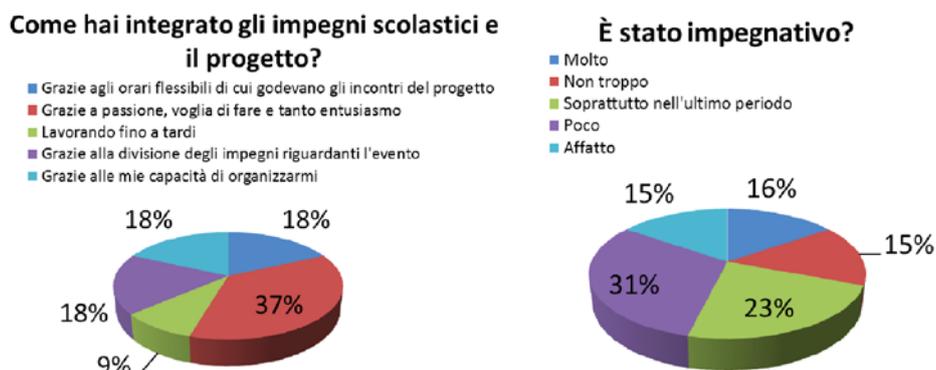


Figura 9. Come hai integrato gli impegni scolastici e il progetto? È stato impegnativo?

Ritengo, poi, che la terza domanda sia estremamente interessante per diversi motivi. Innanzi tutto, è, come accennato in precedenza, una domanda volta a indagare il momento e le sensazioni del momento e, proprio per questo, assolutamente peculiare del modo di vivere dei ragazzi: è un dato di fondamentale importanza che circa la metà dei partecipanti (46%) abbia provato gratificazione e soddisfazione e quasi un quinto (18%) si sia sentito utile e importante nella realizzazione di questo progetto: gli studenti hanno messo in evidenza quelle sensazioni costruttive che spingono a proseguire nell'impegno, qualunque esso sia. Da notare, poi, quanto l'emozione (vissuta con più o meno tranquillità) sia diffusa fra gli studenti che hanno partecipato a *ValorizziAMOci* (per un complessivo 27% degli studenti).

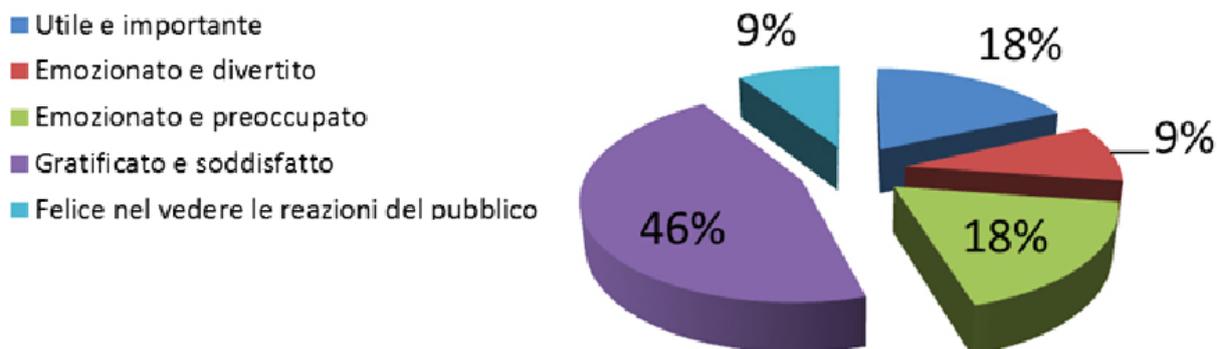


Figura 10. Come ti sei sentito mentre partecipavi al progetto/esponevi i progetti?

Il quarto quesito (anche questo articolato) è relativo ai feedback ricevuti durante e dopo la realizzazione del progetto e da parte di chi sono stati dati. Fortunatamente, gli studenti hanno avuto solo riscontri positivi e questo dato è, per loro, fonte di grande soddisfazione. Credo però sia interessante notare quali sono le opinioni tenute in maggiore considerazione dai ragazzi. Sommando le varie opzioni di risposta, oltre il 70% dei partecipanti di *ValorizziAMOCi* riferisce il parere di un adulto: i visitatori (46%), gli esperti di cui si è avvalsi durante il progetto (18%) e i genitori (9%). Da referente, non posso non notare che l'opinione degli insegnanti non abbia colpito affatto i nostri studenti: lo 0% delle risposte è un dato che evidenzia notevoli difficoltà di comunicazione. Sarebbe, dunque, opportuno chiedersi se siamo in grado di dire ai nostri studenti che sono stati bravi e se siamo in grado di farci capire quando lo diciamo, senza dare il loro impegno per scontato.

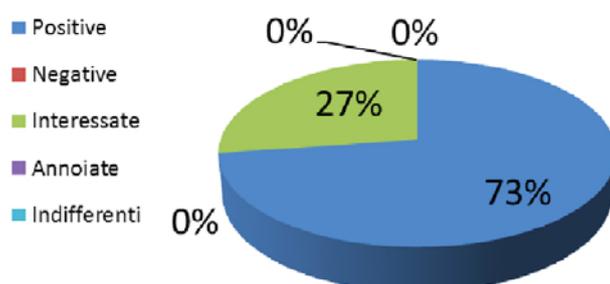


Figura 11. Quali opinioni hai ricevuto durante e dopo l'evento?

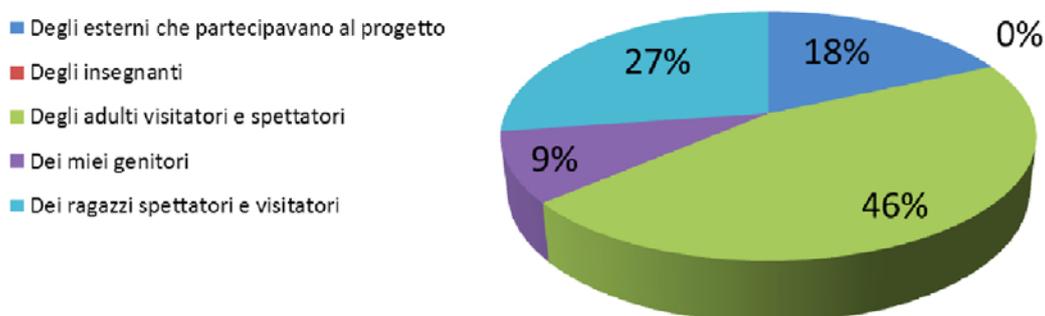


Figura 12. Da parte di chi?

La quinta e ultima domanda riguarda in che modo la partecipazione a *ValorizziAMOCi* abbia inciso sulle capacità degli studenti e conferma, indirettamente, quanto gli adulti siano gli interlocutori privilegiati di questi ragazzi: infatti, ben il 40% dei partecipanti riferisce di aver imparato a confrontarsi con il mondo degli

adulti, fatto di mansioni, scadenze, regolamenti, gestione accurata del denaro: una situazione complessa, quindi, come quella a cui sembra far cenno un altro 30% degli studenti.

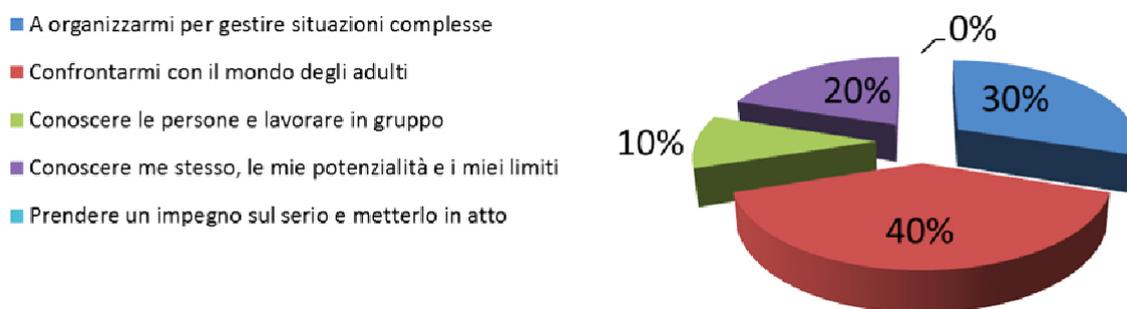


Figura 13. Che cosa hai imparato a fare (o fare meglio grazie alla partecipazione al progetto)?

Sebbene il sondaggio realizzato non abbia voluto avere requisiti statistici, le risposte degli studenti offrono molti spunti di riflessione. Mi permetto di evidenziarne alcuni anche concludendo questa parte di intervento. Le risposte dei partecipanti di *ValorizziAMOci* pongono noi adulti davanti a grandi responsabilità: gli studenti del Liceo ci osservano, guardando a noi in ricerca di esempi e, forse, modelli. Credo che nessun "adulto", non solo in veste di docente e / o di genitore, possa sentirsi esonerato dall'offrire a questi giovani una possibilità, piccola o grande che sia, di crescita. Questo compito è reso ancor più importante dal fatto che i "ragazzi che ci guardano" non solo sanno "fare" (e il progetto ne è la dimostrazione), ma sanno anche riflettere su ciò che hanno fatto. E la capacità di riflessione sulle proprie azioni è un indice fondamentale nella crescita personale di un ragazzo.

ValorizziAMOci: la parola alla prof



Figura 13. La prof al lavoro

Una delle numerose regole non scritte vigenti fra tutti i partecipanti di *ValorizziAMOci Amor Sacro – Amor Profano* prevedeva la possibilità di esprimere le proprie opinioni sia di persona sia sui vari social. Anche grazie a questa caratteristica, si era indagato, attraverso un sondaggio essenziale ma significativo (soprattutto perché totalmente ideato dagli stessi studenti), il sentire dei ragazzi circa il loro impegno per *ValorizziAMOci*. Mentre preparavo questo contributo, avevo immaginato le mie personali risposte alle domande suggerite dagli studenti: ve le propongo ora, seguendo quel principio cui accennavo poco fa, grazie alla squisita ospitalità di PROFILES.

“Per quale motivo hai partecipato al progetto?”

Questa domanda mi è stata posta più volte dagli studenti, nel corso della realizzazione di *ValorizziAMOCi*: nonostante alcune risposte volutamente fuorvianti, credo che, come in tutti i grandi amori, non ci sia un motivo specifico. Semplicemente ci siamo scelti: gli studenti, il progetto e io. Devo ammettere che, riflettendo a un anno di distanza dalle prime riunioni, sono stata attratta dalla possibilità di cimentarmi con un progetto con finalità educative (e non solo scolastiche) molto vaste che mi avrebbe concesso di conoscere i ragazzi da una prospettiva differente rispetto a quella, troppo condizionata da scadenze e voti, di cui possono godere, in genere, gli insegnanti (anche i più attenti e disponibili).

“Come hai integrato gli impegni scolastici e il Progetto? È stato impegnativo?”

Occuparsi di tanti impegni di vario genere indispensabili per un progetto così complesso e sfaccettato si è tradotto, necessariamente, in un aggravio di lavoro: devo ammettere di capire perfettamente quel 9% di studenti che hanno risposto a questa domanda con l'opzione: "Lavorando fino a tardi". Seguire, in qualità di referente, *ValorizziAMOCi* è stato impegnativo, in termini sia di tempo impiegato sia di energia profusa, e, a volte, anche stancante, soprattutto quando, nonostante le idee e la buona volontà, non si riusciva a concretizzare molto. Sebbene supportata dalla mia famiglia, da molti colleghi e dal personale dell'Istituto, mi sono trovata essere presente il più possibile (sebbene creda fermamente che i ragazzi possano e debbano camminare da soli in molte occasioni), a far fronte a tante esigenze diverse (anche solo per fissare una riunione), a mediare fra i vari ragazzi (le incomprensioni sono all'ordine del giorno, tanto fra adolescenti quanto fra adulti), a occuparmi della terribile burocrazia (non smetterò mai, a questo proposito, di ringraziare le signore Chiari e Ottaviani!!!).

Come ti sei sentita mentre partecipavi / esponevi il progetto?

Come tanti degli studenti che hanno risposto a questa domanda, anche io ero emozionatissima. La mia emozione era costituita da tante componenti diverse e spesso contraddittorie: soddisfazione ("ragazzi, siamo stati davvero bravi!!!"), ansia ("pioverà dopocena?"), preoccupazione ("sarà corretto il posto dell'angolo dell'Happy hour?"), orgoglio ("preparatissime le ragazze del progetto *Le Pietre della memoria*!"), gratitudine ("quante persone sono venute a vedere come sono in gamba questi ragazzi!!!"). A tutto questo groviglio di sentimenti, deve essere sommata anche la stanchezza che si faceva sentire sempre di più: francamente, a volte, ho il dubbio di non essere stata in grado di notare alcuni dettagli di quella magnifica giornata!

Quali opinioni hai ricevuto durante e dopo l'evento? Da parte di chi?

Come già accennato più volte, *ValorizziAMOCi* ha avuto finalità educative molto vaste con eco importanti per chiunque fosse coinvolto: per questo, è, per me, difficile individuare ambiti specifici di crescita. Sicuramente, ho imparato a coordinare un foltissimo gruppo di ragazzi (un centinaio) che mi hanno considerato un importante punto di riferimento. Questo ruolo, tanto impegnativo quanto gratificante, mi ha insegnato a organizzare e trascorrere *tempo costruttivo* con gli studenti, al di là dell'orario scolastico. Ritengo che si possa imparare a stare con i ragazzi solo trascorrendo tempo insieme a loro e accompagnandoli verso i loro progetti, nel modo più discreto possibile. E così mi sono ritrovata circondata (e, lo ammetto, anche un po' contagiata) da abbracci, muscoli lunghi, risate, battute, litigate, abbagli, sorrisi di un gruppo di adolescenti che, credendo nel proprio progetto, hanno lavorato e si sono impegnati. E, non accusatemi di esser melensa, mi hanno offerto tante vere emozioni: sì, ho imparato anche che, a volte, si riceve molto, molto di più di ciò che si dà.

ValorizziAMOCi: la parola agli "altri"

Durante la realizzazione di *ValorizziAMOCi*, si è attivato un efficientissimo gruppo di fotografi e video maker per raccontare questa avventura attraverso immagini e filmati sia spontanei sia ufficiali. Il 6 giugno, ovviamente, il gruppo è stato in pieno fermento e si è avvalso anche di Tomás, studente brasiliano, ospite in una classe del quarto anno del nostro Istituto, per un programma di scambio culturale di un anno. Tomás ha realizzato dei brevi video, intervistando diverse persone presenti durante questa giornata: riportiamo qui le loro parole. Considerando l'appoggio solido e costante, ci pare opportuno aprire questa breve carrellata di opinioni con l'intervista della Dirigente scolastica, la professoressa Adriana Verdini.



L'Autore delle interviste



La Preside del Liceo Scientifico

"Sono la Preside del Liceo Scientifico Vito Volterra di Fabriano e sono qui all'inaugurazione di questa meravigliosa mostra voluta da tutti gli studenti. È una mostra che intende presentare alla cittadinanza e quindi al territorio, i progetti svolti durante il corso dell'anno scolastico. Progetti che anno visti impegnati quasi la totalità degli studenti e sono state esperienze in cui tutti hanno potuto far emergere le proprie potenzialità, i propri intenti e le proprie attitudini. Nonché è da rilevare la cura dei professori e del coordinatore di questo progetto: la professoressa Falessi, per tentare di dare vita e formalizzazione a quelle che erano le meravigliose idee degli studenti."

Questo è il parere di un visitatore della mostra dei progetti allestita nel chiostro della Cattedrale: "Sono abbastanza colpito perché a Fabriano manca lo spirito d'iniziativa dei ragazzi e qui oltre all'iniziativa c'è anche la concretezza. Il plauso va soprattutto all'iniziativa e allo spirito d'iniziativa dei ragazzi ed anche alla riuscita perché come vedo siete parecchi ragazzi e quindi già questo è un successo." E, per concludere, lasciamo la parola a due "tecnici" esterni, senza il cui apporto non sarebbe stato possibile realizzare lo spettacolo serale: il regista e il responsabile del "service".

"Buonasera a tutti. Quando mi hanno chiamato i ragazzi per partecipare a questa iniziativa sono stato contentissimo perché sono abituato a lavorare con i ragazzi nelle performance teatrali. Hanno fatto tutto loro, io ho dato una mano solo per organizzare lo spettacolo dal punto di vista artistico, ho seguito gli attori ed in parte le coreografie, ma soprattutto gli attori. Io colgo l'occasione per ringraziare tutti i ragazzi che mi hanno invitato che sono stati bravissimi perché ci hanno messo molto impegno, molto rispetto per gli altri e per se stessi e penso che il teatro possa servire nelle scuole per farli crescere ancora di più, diciamo che il teatro potrebbe essere il catalizzatore dei ragazzi quando affrontano determinate situazioni soprattutto l'esterno, il confrontarsi con gli altri e soprattutto il conoscere se stesso. Vi ringrazio ancora una volta e ringrazio la Prof.ssa Chiara Falessi che è la capo-progetto. Arrivederci, ad un'altra volta!"

"Secondo me l'evento è stato molto interessante sia dal punto di vista della tematica che dal punto di vista della realizzazione. Molto bella l'utilizzazione del chiostro come contenitore delle vostre opere e molto interessante la messa in scena dello spettacolo. Direi che per essere il primo anno (giusto?) il lavoro è

riuscito bene. La parte musicale (ti parlo da musicista) è andata bene ma forse va rivista nell'organizzazione e nella scaletta. Però parere positivo per lo sforzo creativo e organizzativo che avete fatto. Bravi tutti!"

Conclusioni

Mi auguro di essere riuscita a delineare i tanti aspetti del progetto: dall'impegno alle ricadute educative, dalle modalità di realizzazione alla capacità di riflessione sul proprio operato. Come sicuramente sarà trapelato da quanto appena scritto, *ValorizziAMOci* ha costituito un avvenimento molto importante, a livello sia di impegno sia di soddisfazione, per tutti coloro che vi hanno preso parte e, quindi, anche per me. Credo di non peccare di orgoglio affermando che i ragazzi non dimenticheranno facilmente questa esperienza: io non lo farò!

Bibliografia

Blair Bochinski, J. (2005). *The Complete Workbook for Science Fair Projects*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Committee on Developments in the Science of Learning with additional material from the Committee on Learning Research and Educational Practice, National Research Council. (2000). *How People Learn. Brain, Mind, Experience, and School*. Expanded Ed. Washington, D.C.: National Academy of Science.

La topologia dei nodi. I nodi delle cravatte e il concetto di limite di funzione

Anna Maria Paolucci

IIS "Raffaello Sanzio" – Urbino

e-mail: annamaria.paolucci@email.it

"... Ma per la cravatta l'essenziale è lo stile. Un bel nodo di cravatta è il primo passo serio nella vita."

Oscar Wilde, *Una donna senza importanza*, 1893

Un'insegnante ama la sua disciplina (Matematica) e vuole farla conoscere e apprezzare ai ragazzi anche di una classe quarta superiore ad indirizzo Meccanico e Meccatronico di un ITI come quello di Urbino. È ciò che si è riusciti a fare grazie al progetto PROFILES. La caratteristica dell'insegnamento delle materie scientifiche può nascere da una Situazione o da un Motivo. Dopo una investigazione della situazione reale della classe, con stakeholder sempre diversi da un anno scolastico all'altro, nasce la necessità di possedere metodi d'insegnamento efficaci sia per i ragazzi sia per il docente.

La prima fase del progetto come docente consiste nel lo sviluppare la personalità intellettuale ed emotiva degli alunni su fenomeni o argomenti vicini a loro (il tema di incipit sui fenomeni vicini ai ragazzi sono stati la conoscenza di come si eseguono i diversi e vari **nodi di cravatte**, argomento interessante per alunni di 17-18 anni quasi tutti ragazzi che frequentano le discoteche) per poi raggiungere temi generali legati prettamente ad argomenti e contenuti ministeriali (il tema che si vuole far conoscere come fenomeno generale ed epilogus è il concetto di limite di una funzione algebrica). Il docente diventa abile a sviluppare competenze di creatività nel risolvere problemi scientifici di decisione e percorsi personali di soluzione. Il metodo attivato ha messo in luce la personale soddisfazione come insegnante di Matematica, dello sviluppo di tale processo e ciò ha determinato un maggior coinvolgimento degli alunni (aumento di attenzione, coinvolgimento al lavoro, migliore predisposizione verso i compagni e il docente), insomma il maggior coinvolgimento determina un clima d'aula e di laboratorio più coinvolgente e il tempo trascorso passava con rapidità.

La breve esperienza, di Cooperative Learning sulla Topologia dei nodi, è una piccola tessera del mosaico che crea la grande composizione pittorica della filosofia del progetto PROFILES. L'obiettivo chiave di tale percorso è la competenza nel saper riconoscere ed eseguire un limite di funzione analitica. Iniziando con la Topologia, dal greco *tòpos* 'luogo' e *lògos* 'studio' cioè studio dei luoghi e di quelle proprietà di figure che non cambiano se si esegue una deformazione, si può giungere al concetto di limite che ne è la sua naturale formalizzazione. Il concetto di limite di una funzione, ad uso dell'analisi matematica, è condizione necessaria per fare la continuità, la discontinuità, la derivabilità e l'integrazione concetti che saranno utili per l'esame di Stato. La Topologia dei nodi è la disseminazione del metodo da insegnare ai ragazzi e da imparare per

l'insegnante. Metodo da applicare nelle sue risposte di riflessione, di condivisione, di cooperazione in piccoli gruppi in cui l'esecuzione degli esercizi, preceduti da una breve lezione teorica, educa al lavoro in team.

Utilizzando l'innovazione di un insegnamento-apprendimento, come ricerca data dall'uso e dalla osservazione di tali pratiche, si può pervenire a valutazioni individuali e/o collettive in cui l'insegnamento delle scienze risulta più significativo perché viene a sviluppare un pensiero critico e per 'dare una boccata di ossigeno ai tanti di noi impegnati nella buona didattica', così dice il Prof. Liberato Cardellini. Il team degli studenti conosce ed esplora, con attività di C.L. e attività sperimentale di laboratorio informatico, ed è al centro dell'apprendimento secondo il costruttivismo in cui 'la conoscenza è costruita nella mente di colui che impara'.

Risultati incoraggianti

I risultati positivi derivanti dall'approccio dell'insegnamento collaborativo si sono visti nei risultati dei compiti scritti: le insufficienze sono molto diminuite in tre mesi. Il risultato positivo è che i ragazzi si sono conosciuti di più tra loro, sono diminuite le rivalità e la disponibilità a lavorare in equipe è migliorata.

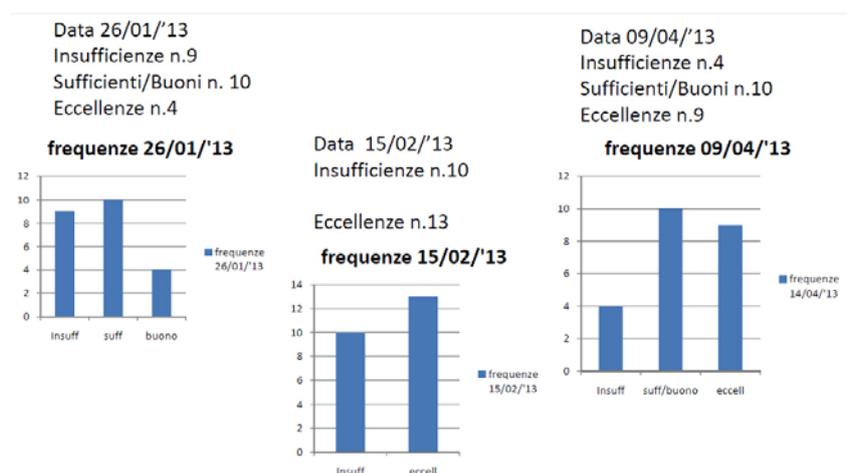


Figura 1. Votazioni nei compiti prima e dopo l'utilizzo del cooperative learning

Infatti, il cooperative learning se correttamente applicato migliora l'atmosfera nella classe e gli studenti hanno una maggiore disponibilità a collaborare (Cardellini & Felder, 1999). I ragazzi interpretano i laboratori come palestre d'innovazione stimolando le capacità creative di problem solving (come si trova in La Buona Scuola). L'attività di sperimentazione in laboratorio su delle questioni di senso e di significato, come il concetto di limite di una funzione, deve fare uso degli strumenti (il PC, internet, tablet, portatili, iphone) così che lavorando in piccoli gruppi e rivestendo dei ruoli (tre ragazzi suddivisi in leader, scettico o skeptic, controllore o controller) secondo l'attività di apprendimento cooperativo, lavorando gomito a gomito (face-to-face) si conoscono meglio (vedi il commento di Giulia), si insegnano a vicenda, ma anche ciò che fanno insieme diventa più efficace e più interessante (vedi il commento di Elia). In gruppo ci si sente più protetti e ci si responsabilizza di più, si focalizza meglio l'obiettivo di quel momento e per risolvere il problema proposto i ragazzi nel gruppo si fanno forza delle conoscenze l'uno dell'altro (vedi il commento di Elidor).

Il parere degli studenti

Commenti degli alunni che hanno partecipato al progetto PROFILES al termine di tale percorso (i nomi indicati sono reali).

Elia: Questa esperienza è stata molto utile perché all'inizio ,da solo, ero un po' in difficoltà. Poi con l'aiuto dei miei compagni ho capito meglio e ho imparato a comunicare e affrontare i miei problemi in gruppo.

Giulia: ... Un aspetto positivo di questa esperienza è quella di aver legato con persone con cui prima non avevo mai parlato e non avevo molta confidenza.

Matteo: Questa esperienza è stata molto utile anche se le prime volte c'erano molte difficoltà per lavorare insieme però alla fine abbiamo capito che lavorando in gruppo e alternando i ruoli si poteva lavorare meglio e con più serenità . Quindi è stato positivo.

Marco: Questo progetto all'inizio non mi è piaciuto così tanto. Adesso però mi sembra utile e interessante.

Elidor: Trovo che questo modo di lavorare permetta a chi ha bisogno di aiuto di essere aiutato a svolgere gli esercizi dai compagni più bravi in quanto risulta più facile farsi aiutare dai compagni di classe visto che c'è più confidenza.

Davide: Questa esperienza è stata molto interessante perché abbiamo capito come collaborare in gruppo e come funzionano i diversi ruoli,anche se all'inizio ci sono state diverse difficoltà. Confrontarsi insieme è servito anche ad accrescere le nostre possibilità.

Stefano: Personalmente ho trovato utile questo modo di interagire tra noi alunni perché esercitandoci assieme si possono chiarire diversi dubbi che vengono alla luce svolgendo il lavoro. L'unica pecca è il fatto che in classe non si riesca a mantenere un buon livello di silenzio utile alla concentrazione sul lavoro da svolgere.

Michele: Abbiamo imparato ad avere una responsabilità oltre che su noi stessi, anche sui nostri compagni. Quindi ci ha reso più responsabili e collaborativi, abbiamo comunicato e interagito come gruppo.



Figura 2. Gli studenti coinvolti in questa esperienza di apprendimento significativo della matematica

Bibliografia

Bergamini, M., Tritone, A. & Barozzi, G. (2009). Corso base verde di matematica vol. n. 4, 2a Ed. Bologna: Zanichelli.

Cardellini, L. & Felder, R. M. (1999). L'apprendimento cooperativo. Un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti. *La Chimica nella Scuola*, 21 (1), 18-25.

Sasso, L. Nuova Matematica a colori vol.n.4 con elementi di informatica edizione verde. Grugliasco (TO): Petrini.

Tutti autori, e-book, do it yourself. Il libro digitale a scuola fai da te, scoperta guidata per alunni e insegnanti

Mariano Maponi

ITT "E. Divini" San Severino Marche (MC)

e-mail: mariano.maponi@istruzione.it

Introduzione, motivazione e metodi didattici usati

La diffusione delle tecnologie dell'informazione e la loro penetrazione nella società cambiano profondamente l'insegnamento e l'apprendimento nella misura in cui modificano il nostro rapporto con noi stessi, con gli altri e con il mondo in generale. "OnLine" diventa "OnLife" nella nuova era dell'*iperconnessione* (Floridi, 2015). Gli studenti si sentono sempre più spesso prigionieri del passato dei loro insegnanti che prediligono l'erogazione del sapere basata principalmente sul contenuto dei soli libri di carta. Oggi anche la banca è multicanale: per eseguire un trasferimento di denaro possiamo utilizzare il sistema *home banking* via web, il canale bancario telefonico attraverso un'applicazione mobile, o raggiungere lo sportello della filiale più vicina nella nostra città e trovare il nostro beneamato cassiere disponibile a prendere in consegna i nostri soldi di carta. Il confine fra i diversi media e persino tra spazio fisico e spazio digitale tende ad assottigliarsi sempre più, fin quasi a scomparire. Questo determina un intreccio sempre più inestricabile fra media e ambienti eterogenei, fra atomi e bit. Il fenomeno è estremizzato dal carattere sempre più pervasivo del web ma anche dalla tendenza della cultura contemporanea. Un pubblico attivo e mobile non si accontenta più a una fruizione statica ma è sempre più orientato a *re-mixare* contenuti e servizi.

Bisogna adattare l'insegnamento alle caratteristiche individuali degli alunni andando a considerare i loro *stili di apprendimento*, in un contesto profondamente mutato dalle tecnologie. Lo spazio virtuale della *cittadinanza digitale iperconnessa* è una dimensione altra rispetto alla casa e alla scuola, un mondo immateriale dove i ragazzi si muovono, s'incontrano, comunicano, costruiscono i loro legami affettivi ed emotivi. Questa terza dimensione ormai denotata metaforicamente come la "*nuvola*" (*cloud*) va integrata in un unico ecosistema con l'aula per formare l'ambiente di apprendimento. Per accedere a questo nuovo mondo la prima porta naturale è il *terminale mobile*, meglio conosciuto come *smartphone*. Accettiamo i nostri studenti (potenziati) con i loro "*cellulari*", si tratta di esemplari evoluti rispetto nostro essere stati studenti in un'altra epoca. Ho iniziato a scrivere in prima elementare con penna, calamaio e carta assorbente, la mia maestra era divorata dal dilemma se consentire o non consentire l'uso della penna a sfera in seconda elementare. L'alunno va visto come potenziale cittadino e va preparato a vivere in una società complessa in rapida evoluzione. L'idea dominante condivisa dalla maggior parte dei miei colleghi di proibire l'uso dei telefonini a scuola mi sembra pessima. Toglie al docente un'occasione fondamentale per insegnare agli alunni l'uso responsabile di questi nuovi strumenti. La proibizione non risolve mai il problema

educativo che invece ha bisogno di dialogo e interazione tra i soggetti. È solo con la discussione e il confronto che si può sviluppare negli studenti comportamenti responsabili.

“Tu non puoi controllare come e quando e se i ragazzi useranno il cellulare e in che modo, ma puoi controllare quello che insegnerai loro, essenzialmente valori e l’etica che sottendono l’uso di qualsiasi strumento di comunicazione” (EduPodCast <http://www.garamond.it/15/2/07>)

Tutti gli alunni delle scuole superiori sono muniti di ottimi *smartphone*, che le famiglie hanno pagato in molti casi più di 500 euro. Vista l’insufficienza di fondi pubblici per la scuola, per dotare le aule scolastiche di adeguate strutture tecnologiche, una buona politica – scelta sostenibile - è di dire agli studenti di portare il loro dispositivo mobile in classe - *Bring your own device* (BYOD). In questa situazione di "*Mobile Learning*" saper progettare e realizzare testi fluidi, *e-book* in formato *e-pub*, diventa una necessità primaria per distribuire i contenuti su dispositivi che hanno dimensioni dello schermo molto diverse. Spesso sono distribuiti testi in formato PDF (*Portable Document Format*), chiamati impropriamente *e-book*. Il formato rigido del PDF, pensato per la stampa su carta procura pessime esperienze di lettura su dispositivi mobili. Siamo abilitati a scrivere in rete senza chiedere permesso a nessuno, autori ed editori di noi stessi. In generale non scriviamo libri ma testi che diventano documenti, manoscritti, incisi, stampati, pagine web, messaggi su *blog* e *social network*. Gli oggetti scritti possono essere facilmente trasformati in libri di carta – quelli che conosciamo bene - o in *e-book* – quelli che vogliamo leggere sui nostri dispositivi mobili. Il libro in generale è formato dal testo, dal supporto sul quale è scritto e dall’interfaccia di lettura. Stiamo vivendo una vera e propria rivoluzione, che molti ritengono, per ampiezza e importanza, paragonabile a quella iniziata da *Gutenberg*, con l’uso dei caratteri mobili, che ha dato inizio alla diffusione dei libri stampati (Roncaglia, 2015). In breve per quanto riguarda i supporti utilizzati per la scrittura, siamo passati dalle tavolette di argilla dei Sumeri ai *tablet*, moderne tavolette di silicio, passando per la pietra delle lapidi, i rotoli degli antichi greci e romani al libro rilegato come lo conosciamo oggi. Il supporto non è neutrale, condiziona i lettori a diverse *interfacce*, per accedere al contenuto.

In questo lavoro, con i miei studenti, siamo andati alla scoperta delle profonde trasformazioni che interessano i libri. Fenomeno molto rilevante per la diffusione della cultura, ma decisamente trascurato nella scuola italiana. Il libro digitale è ancora un oggetto sconosciuto per molti docenti e studenti, nonostante la possibilità formale sancita dalle nuove disposizioni ministeriali (Miur, 2014). A supporto degli insegnamenti delle varie discipline, è possibile l’adozione degli *e-book* in aggiunta e/o in alternativa dei libri carta. In questo *project work*, con gli alunni, abbiamo provato a raccogliere racconti e altri testi brevi, in *e-book* fatti con le nostre mani - *Do It Yourself* (DIY) - scoprendo nel dettaglio linguaggi, formati, dispositivi e problemi pratici legati alla produzione dei libri digitali. Ci siamo imbattuti in alcune criticità come quelle poste, per esempio, dal *copyright*. In concreto abbiamo sperimentato gli strumenti e le tecniche per leggere, creare e conservare gli *e-book* in formato *e-pub*.

Presentazione dell’esperienza e discussione

L’esperienza dal titolo "*Ebook, Do It Yourself*" è stata realizzata l’anno scorso con gli alunni del quarto anno dell’istituto tecnico industriale "E. Divini" indirizzo informatico, classi 4° sezione F e 4° sezione G. Gli alunni sono stati organizzati in piccoli gruppi di tre: *coordinatore*, *progettista* e *amico critico*. I ragazzi hanno lavorato al progetto per circa un mese, condividendo i prodotti realizzati e interagendo in presenza (a scuola) a distanza (a casa). Per tutto il periodo dell’attività hanno condiviso con i docenti della disciplina di laboratorio *sistemi e reti* (tre ore settimanali) un report (*diario*), suddiviso in: descrizione dell’attività, riflessioni sull’esperienza svolta e riferimenti a risorse strumenti e prodotti realizzati e/o utilizzati. I gruppi sono stati formati da alunni scelti in maniera casuale, allo scopo di incrementare le relazioni sociali tra loro. È ribadito che in generale sia i vicini di casa, sia compagni di lavoro, non si possono scegliere. Il terzo spazio "*la nuvola*" per unire le esperienze dell’aula a quelle domestiche è stato assicurato da "*Google Apps*

Education" disponibile sul dominio della nostra scuola *divini.org*. Tutti gli studenti e i docenti hanno un indirizzo di email fornito dalla scuola che consente di accedere al *cloud* della classe, per l'interazione di gruppo e con i singoli e per la scrittura di documenti in maniera collaborativa (<https://www.google.com/edu/it/>). In alcuni casi i ragazzi che non avevano presso le loro abitazioni connessioni a banda larga, l'hanno rimpiazzata con telefono fisso, pc personale e chiavette USB *pendrive* per trasportare i dati, superando in questo modo il *digital divide*.

Il lavoro consisteva nel progettare un libro con una raccolta di almeno sei racconti brevi o in alternativa sei testi di liriche e canzoni preferite. Risultato atteso del *project work* era migliorare le competenze digitali partendo dalle profonde trasformazioni che interessano i libri, per arrivare ad una maggiore consapevolezza sulla produzione dei testi in generale. Andando ad indagare sia gli aspetti tecnici, legati alla codifica e alla marcatura del testo (linguaggi *XML*, *XHTML*), sia gli aspetti di progetto dei vari tipi di scritture utilizzate in classe per documentare le attività: relazioni, appunti, diari, report e manuali tecnici. Nel progetto del libro dovevano essere considerate le varie parti: copertina, indice, sezioni e diritti di autore. I modelli di Copyright "*tutti i diritti di autore sono riservati*", Creative Common "*solo alcuni diritti di autore sono riservati*" sono stati occasione concreta per gli alunni per scoprire come la spinosa questione della gestione dei diritti di autore condiziona negativamente lo sviluppo dell'editoria digitale. Legati al diritto d'autore, sono i sistemi di protezione adottati dagli editori per impedire la copia dei libri. Anche in questo caso gli alunni hanno potuto sperimentare i problemi e i vantaggi dei due metodi utilizzati dagli editori: Il *Digital Rights Management* (DRM) Adobe, che tanti problemi creano al lettore nell'uso del libro, e il nuovo sistema *Social DRM* o *WaterMarking*, che è un metodo per la protezione dei contenuti più evoluto che non limita in alcun modo l'utilizzo del file (libro digitale) cui è applicato. *Editoria digitale* di Letizia Sechi (2010) è stato il testo che ci ha guidato alla scoperta dei problemi pratici legati alla produzione dei libri digitali e ad alcune criticità come quelle appena viste relative alla gestione del *copyright*. Il testo di Letizia Sechi ha la fortuna di essere disponibile gratuitamente sul sito dell'editore Apogeo in formato elettronico (*e-pub* e *mobi*), quale migliore occasione per provare a leggerlo sui diversi dispositivi; *pc*, *e-reader*, *tablet* e *smartphone*. Tutti noi ormai troviamo sul nostro pc *Adobe Reader* che rappresenta l'applicazione più diffusa per visualizzare, stampare e commentare i documenti in formato PDF, mentre su nessun computer della scuola e/o privato dei nostri alunni è stato trovato *Adobe Digital Editions* che è il software standard per visualizzare e gestire *e-book*. L'applicazione consente anche di scaricare e acquistare i contenuti digitali, che possono essere letti sia online che offline; Trasferire *e-book* protetti da copia (DRM) dal personal computer ad altri computer o dispositivi. Organizzare gli *e-book* in una libreria personalizzata e annotare le pagine. Gli alunni hanno poi testato altre applicazioni per leggere gli *e-book* sui propri dispositivi mobili. Inoltre abbiamo scoperto le principali caratteristiche dei meno diffusi *e-reader* (*e-book-reader*), come il più famoso *Kindle* distribuito dalla più grande libreria on line come *Amazon* (<http://www.amazon.it/>) o *kobo-e-reader* distribuito dal più grande editore italiano *Mondadori* (<http://www.mondadori.it/>). Questi ultimi dispositivi dotati di *display* con tecnologia *e-ink* (*electronic Ink*), progettata per imitare l'aspetto dell'inchiostro su un normale foglio di carta. Gli *e-reader* non irritano gli occhi anche dopo un uso prolungato, ci restituiscono un'esperienza di lettura più vicina al libro di carta, riducono gli effetti collaterali tipici dei dispositivi con video *retro illuminati*.

Conclusa la prima fase dedicata ai dispositivi e alle applicazioni per la lettura degli *e-book*, siamo passati ai linguaggi per la codifica e la marcatura del testo necessari per realizzare il libro digitale. La nostra guida è stata *l'Umanista Informatico* (Brivio, 2009), testo ponte tra letteratura e tecnologia dell'informazione. Il libro ha il merito di andare oltre il luogo comune che vede la persona con interessi letterari lontano dal mondo dei computer. Anche quest'ultimo libro, che si può trovare facilmente in libreria in formato cartaceo, è distribuito gratuitamente in formato elettronico dall'editore Apogeo. E *l'umanista*, forte degli anni passati a studiare documenti e lingue si troverà certamente a suo agio nello studio dei linguaggi artificiali (*XML*, *XHTML* e *CSS*) che ci permettono di definire l'architettura dell'informazione in questo caso

del libro digitale, ma più in generale anche del *world wide web*. Informatica e scienze umanistiche hanno molto in comune, il concetto di architettura dell'informazione non è proprio solo del web, ma di ogni contesto del nostro agire quotidiano, dagli ambienti fisici a quelli digitali. I modelli organizzativi dei libri, della letteratura, del cinema e del teatro e a quelli dei punti vendita (disposizione dei prodotti sugli scaffali di un supermercato), a quelli delle biblioteche e dei percorsi urbani degli autobus hanno tutti lo stesso problema di "*findability*" quando si tratta di trovare rapidamente delle cose (*artefatti* fisici o digitali). Modellare l'informazione perché sia pertinente e opportuna richiede un grosso lavoro umano, che coinvolge la tecnologia nell'organizzazione dell'interfaccia e la cultura nella scelta e organizzazione dei contenuti. La frustrazione che deriva dall'incapacità di trovare il pacchetto di sale in un supermercato è analoga a quella di non trovare un'informazione specifica su un libro e un sito web composto di molte pagine e sezioni (Rosati, 2007).

Anche nel progetto di un libro dobbiamo considerare l'interazione lettore-informazione, andando a definire aspetto e contenuto, due facce della stessa medaglia. La prima, l'aspetto, riguarda l'impaginazione di un testo e la collocazione dei vari elementi grafici, l'altra la selezione e l'organizzazione degli argomenti da inserire, i testi. Per rappresentare questi ultimi con gli alunni siamo andati alla scoperta delle principali caratteristiche del linguaggio XHTML (*eXtensible HyperText Markup Language*), linguaggio di marcatura di ipertesti estensibile, usato sia per definire il contenuto di un libro digitale in formato *e-pub*, sia per definire il contenuto di una pagina web standard secondo il *World Wide Web Consortium* (W3C). Compreso con gli alunni come dividere un'opera in *titoli* e *paragrafi* inserendo i *tag* racchiusi tra le parentesi angolate < > del linguaggio XHTML, abbiamo iniziato a prendere confidenza con la marcatura del testo, come nel frammento che segue:

```
<title>Italo Calvino, lezioni americane</title>
<h1>Leggerezza</h1>
<p>Dedicherò la prima conferenza all'opposizione leggerezza-peso, e sosterrò le ragioni della leggerezza.</p>
<p>Questo non vuol dire che io consideri le ragioni del peso meno valide, ma solo che sulla leggerezza penso d'aver più cose da dire. </p>
```

Il passo successivo va a occuparsi dell'impaginazione del testo e della collocazione dei vari elementi, contrassegnati dai *tag*. A ogni elemento sono associate un insieme di regole tipografiche scritte su un foglio di stile. Per gli elementi visti nel brano riportato nel precedente esempio, possiamo avere per il titolo di primo livello <h1> ... </h1>, e per i paragrafi <p> ...</p> le seguenti regole:

```
h1 {color: red; text-align: center;
    font-family: "Times New Roman; font-size: 20px}

p {color: black; font-size: 15px;}
```

I fogli di stile a cascata in inglese *Cascading Style Sheets* (CSS) associati ad un documento XHTML definiscono la formattazione, separando aspetto e contenuto. Differenti fogli di stile possono cambiare la presentazione dello stesso contenuto, adattandosi a dispositivi con le dimensioni dello schermo molto diverse. La marcatura e la formattazione di un testo può diventare un lavoro lungo e tedioso senza l'aiuto di uno strumento autore WYSIWYG (*What You See Is All You Get*) che scrive per noi i *tag* per dividere il contenuto in tanti elementi e le regole tipografiche associate a questi ultimi, per determinare l'aspetto. Il sistema autore *Sigil* rende facile il progetto e la realizzazione di *e-book* in formato *e-pub*, è multi-piattaforma e può essere scaricato liberamente dagli studenti dal sito del progetto [<http://sigil->

ebook.com/]. Tutti i sei gruppi di alunni delle classi quarte sezione F e G hanno prodotto il loro primo *e-book*.

Infine per gestire la prima libreria di e-book, creati, acquistati e scaricati, gli studenti hanno scoperto *Calibre, il coltellino svizzero al servizio del lettore*, un'applicazione libera e open source ormai indispensabile per chi possiede libri digitali. L'applicazione è scaricabile dal sito del progetto (<http://calibre-ebook.com/>). Permette la conversione degli *e-book* in diversi formati e consente di trasferirli sui diversi dispositivi di lettura. L'esperienza per gli alunni è terminata con la realizzazione in maniera collaborativa di un *e-book* per ogni gruppo. L'oggetto sociale realizzato è stato caricato sui dispositivi personali degli alunni, per una prima esperienza di lettura. La facilità di sfogliare le pagine e di ingrandire restringere i caratteri sono stati i primi elementi di confronto e valutazione del prodotto. Tuttavia, a sorpresa l'elemento che hanno fatto sentire orgogliosi gli alunni per l'*e-book* realizzato è stata la copertina, più che la selezione dei testi. Nella grafica della copertina, frutto di un *remix* d'immagini in rete, gli alunni hanno trovato una perfetta identità con il proprio immaginario popolato dai personaggi dei videogiochi, dei film e in qualche caso dagli eroi dei fumetti.

L'esperienza per l'insegnante è stata l'occasione per sperimentare l'uso di *rubric* di valutazione dinamica. Non avendo esperienze precedenti rilevanti in questo campo, ha pensato di adattare le *rubric* che si riferiscono alla valutazione delle competenze chiave di cittadinanza, elaborate dal progetto *Scuola21*, sostenuto dalla *Fondazione Cariplo* (<http://www.fondazionecariplo.it/Scuola21/>). Le competenze chiave sono quelle di cui ogni persona ha bisogno per la realizzazione e lo sviluppo personali, la cittadinanza attiva, l'inclusione sociale e l'occupazione, e che rinforzano il percorso di apprendimento continuo che si prolunga per l'intero arco della vita (*lifelong learning*). Le competenze sono raggruppate in tre ambiti: *costruzione del se, relazione con gli altri e rapporto con la realtà*. Di seguito è riportato un elenco degli indicatori utilizzati dall'insegnante per valutare le competenze:

- *Costruzione del se; imparare a imparare*, ogni studente deve acquisire un proprio metodo di studio, efficiente ed efficace:
 1. *Primo indicatore*: curare il proprio ambiente di apprendimento personale;
 2. *Secondo indicatore*: saper riflettere sui propri comportamenti.
- *Relazione con gli altri; comunicare, collaborare e partecipare*:
 1. *Primo indicatore*: ogni studente deve saper interagire con gli altri comprendendone i diversi punti di vista;
 2. *Secondo indicatore*: capacità di ogni studente di condividere con il gruppo di appartenenza informazioni, azioni, progetti finalizzati alla soluzione di problemi comuni.
- *Rapporto con la realtà; risolvere problemi ed agire in modo autonomo e responsabile*:
 1. *Primo indicatore*: ogni studente deve saper prendere decisioni di fronte a problemi con diverse possibilità di soluzione, e deve conoscere il valore delle regole;
 2. *Secondo indicatore*: lo studente deve saper affrontare situazioni problematiche e saper contribuire a risolverle.

Poiché l'insegnante come strumento di valutazione non si ritiene abbastanza preciso nel distinguere molti livelli di prestazione degli alunni, per ciascuno degli indicatori elencati sopra, i descrittori sono ridotti solamente a tre livelli. Punteggio pari a 5, *livello alto* associato ad una *prestazione ottima*, punteggio pari a 3, *livello medio* associato ad una *prestazione apprezzabile* e punteggio pari a 1, *livello basico* associato ad una *prestazione superficiale*. In generale poiché la rilevazione delle competenze è settimanale alla fine dell'esperienza durata un mese abbiamo una *rubric* cosiddetta dinamica che non si limita ad valore momentaneo, ma da l'idea del andamento dell'impegno dello studente. Crescente, decrescente o discontinuo. Apprendere è mutare, nulla o quasi si può dire di uno studente se io ho solo una istantanea del

suo comportamento, se invece riesco a filmare l'evoluzione di un comportamento, ossia del tipo di risposta a uno stimolo nel tempo, le informazioni in mio possesso diventano molto più ricche, al punto da rendere meno probabilistiche le inferenze sulle potenzialità e sulle competenze dello studente in esame (Zecchi, 2014).

Conclusioni

Alla fine del lavoro i ragazzi, con il loro primo libro appena creato, hanno sperimentato il cambio di prospettiva del lettore che diventa autore, una micro-esperienza di *self-publishing* (Zibordi, 2012). In generale, con l'arrivo delle applicazioni *web 2.0*, *forum*, *blog*, e *social network*, abbiamo riscoperto il piacere di scrivere con nuove responsabilità. La scrittura diventa puro strumento di comunicazione e collaborazione con gli altri. È finito il tempo in cui a scuola si scriveva solo per essere valutati, penso ai temi d'italiano. Nella formazione del cittadino la facoltà del giudizio è essenziale, primaria. La capacità di giudicare il sapere non può essere che dei singoli. Essa poggia sulla consapevolezza di ciascuno di poter esercitare il proprio senso critico di fronte alle informazioni, agli stimoli, alle innumerevoli proposte che arrivano attraverso il web. La diffusione degli *e-book* è aumentata molto negli ultimi anni, suscitando l'interesse dei lettori, degli autori, degli editori, e appare evidente che alcune delle istanze che emergono dalla "*rivoluzione digitale*" non possono più essere ignorate. Ci si riferisce in particolare alle opportunità che rendono tangibili alcuni fondamenti della società della conoscenza, ovvero al valore che la conoscenza esprime nel momento in cui risulta integralmente accessibile a tutti e al significato che può assumere nel momento in cui ciascuno può disporne liberamente per rielaborarla e integrarla con le proprie conoscenze. È ragionevole pensare che gli *e-book* a scuola si possano collocare proprio in questo quadro di riferimento, in quanto contenitori potenziali di raccolte integrali e/o integrabili di testi e documenti annotabili, ovvero, in una parola, nella loro natura potenziale di "*biblioteche digitali*" personalizzabili (Bardi, 2014).

Questa esperienza aiuta insegnanti ed alunni a prendere coscienza di questa nuova realtà: libri digitali libri di carta, due esemplari dello stesso oggetto. Non ha senso una disputa che vuole contrapporre l'uno contro l'altro.

"Un libro è un libro. I libri sono prima di tutto contenuto: parole lette e parole scritte; parole condivise, parole ascoltate; parole che formano o informano, parole che emozionano. Non importa il formato, il modo in cui il libro è stato confezionato o chi lo ha pubblicato, né tanto meno ha importanza il supporto scelto dal lettore. Quel che conta è il modo in cui i libri contribuiscono a dare valore alla nostra esperienza quotidiana." (#StopBookWar, 2015)

"*E si leggerà ognuno come gli va*", le modalità di lettura: "*protesi in avanti*" verso l'informazione, come facciamo scrivendo, studiando un libro seduti alla scrivania, oppure "*appoggiati all'indietro*" (ad esempio in poltrona, sul divano), di una informazione che ci impegna ma da cui possiamo lasciarci trasportare senza la necessità di interventi attivi. È il modo in cui in genere leggiamo un romanzo. Altri modi di lettura che possiamo elencare: *in mobilità*, in autobus in treno, in rete *social reading* lettura sociale (Roncaglia 2015).

Alla fine di questo *project work*, ho scoperto con sorpresa che l'argomento scelto ha trascinato molti altri temi. Avrei potuto approfondire con maggiore efficacia l'evoluzione del libro se oltre alla collega di laboratorio di *sistemi e reti*, fin dall'inizio, avessi coinvolto un gruppo più esteso di insegnanti dello stesso consiglio di classe. "*Ebook, Do It Yourself*" non è solo un argomento, ma un fenomeno importante nel quale siamo tutti direttamente coinvolti. Rompere i confini disciplinari dentro la scuola, dentro i gruppi di ricerca, può essere un punto di svolta, un modo concreto, per passare da una conoscenza basata sulle divisioni a una fondata sulle relazioni, collegamenti tra le discipline.

Bibliografia

- Bardi, D. (2014). *La classe scomposta, La didattica per competenze nelle tecnologie*. Milano: Nova Multimedia Editore.
- Brivio, F. (2009). *l'Umanista Informatico*. Milano: Apogeo. Questo e-book è rilasciato gratuitamente sotto una licenza Creative Commons 3.0 BY-NC-SA.
- Ferraris, M. (2012). *Documentalità, Perché è necessario lasciar tracce*. Bari: Editori Laterza.
- Floridi, L. (2014). *La rivoluzione dell'informazione*, Traduzione di Massimo Durante. Torino: Codice Edizioni.
- Floridi, L. (2015). *The Onlife Manifesto. Essere umani nell'era dell'iperconnessione*. European Commission Europe 2020 Initiative, Digital Agenda for Europe (ultimo aggiornamento 04/03/2015), <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/onlife-manifesto>
- Miur, (2014). Indicazioni in merito alle modalità di adozione dei libri di testo per l'anno scolastico 2014/2015. <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/web/istruzione/libri>
- Roncaglia, G. (2015). *La quarta rivoluzione, Sei lezioni sul futuro del libro*. 2a Ed. Bari: Editori Laterza.
- Sechi, L. (2010). *Editoria digitale*. Milano: Apogeo. Questo ebook è rilasciato gratuitamente sotto una licenza Creative Commons 3.0 BY-NC-SA.
- Rosati, L. (2007). *Architettura dell'informazione. Trovabilità: dagli oggetti quotidiani al Web*. Milano: Apogeo
- Zecchi, E. (2014). *Rubric dinamiche. Per un'estensione del concetto di rubric, nel tempo*. Lepidascuola. http://www.lepidascuola.org/wp-content/uploads/2014/09/rubric-dinamiche_last-pubbl.pdf
- Zibordi, E. (2012). *Testi scolastici 2.0. Testi digitali con studenti intraprendenti e insegnati coraggiosi*. 40k unofficial.
- #StopBookWar, (2015). condividi il tuo amore per i libri con un hashtag! <http://www.narcissus.me/it/2015/02/26/stopbookwar-hashtag-per-condividere-lamore-per-i-libri/>

Insegnare la Matematica in modo efficace

Rosa Pescrilli

Liceo Scientifico "Vito Volterra" – Fabriano (AN)

e-mail: rosapescrilli@gmail.com

Lo studio e l'apprendimento della matematica promuove le facoltà intuitive e logiche, educa ai procedimenti ed ai processi di astrazione e di formazione dei concetti, esercita a ragionare induttivamente e deduttivamente, sviluppa le attitudini sia analitiche che sintetiche, determinando così nei giovani abitudine alla precisione del linguaggio, alla cura della coerenza argomentativa e al gusto per la ricerca della verità. La formazione della disciplina deve avviare gradualmente, a partire da campi di esperienza ricchi per l'allievo, all'uso del linguaggio e del ragionamento specifici come strumenti per l'interpretazione del reale e non deve costituire unicamente un bagaglio astratto di nozioni.

Il *Laboratorio di Matematica* assimilabile a quello della bottega rinascimentale nella quale gli apprendisti imparavano facendo e vedendo fare, comunicando fra loro e con gli esperti. Nell'insegnamento della geometria vengono ormai sempre più utilizzati i software di geometria (detti comunemente software di *geometria dinamica*), veri e propri micromondi, nei quali gli studenti possono fare esperienze, compiere esplorazioni, osservare, produrre e formulare congetture e validarle con le funzioni messe a disposizione dallo stesso

La storia della matematica

La storia della matematica, pur presentando contenuti suoi propri e possibilità di sviluppi su vari fronti (aspetti interdisciplinari con la filosofia, con l'arte e con molte altre discipline), va vista, in questo contesto, come un possibile ed efficace strumento di laboratorio adatto a motivare adeguatamente e ad indicare possibili percorsi didattici per l'apprendimento di importanti contenuti matematici. La competenza matematica, consiste nell'abilità di individuare e applicare le procedure che consentono di esprimere e affrontare situazioni problematiche attraverso linguaggi formalizzati. La competenza matematica comporta la capacità e la disponibilità a usare modelli matematici di pensiero (dialettico e algoritmico) e di rappresentazione grafica e simbolica (formule, modelli, costrutti, grafici, carte), la capacità di comprendere ed esprimere adeguatamente informazioni qualitative e quantitative, di esplorare situazioni problematiche, di porsi e risolvere problemi, di progettare e costruire modelli di situazioni reali.

Strategie metodologiche e didattiche

- Valorizzare nella didattica linguaggi comunicativi che coinvolgano l'alunno e ne stimolino l'apprendimento;
- Utilizzare schemi e mappe concettuali;
- Promuovere inferenze, integrazioni e collegamenti tra le conoscenze e le discipline;
- Dividere gli obiettivi di un compito in "sotto obiettivi";
- Offrire anticipatamente schemi grafici relativi all'argomento di studio, per orientare l'alunno nella discriminazione delle informazioni essenziali;
- Privilegiare l'apprendimento dall'esperienza e la didattica laboratoriale;
- Incentivare la didattica di piccolo gruppo e il tutoraggio tra pari;
- Promuovere l'apprendimento collaborativo.

Metodi

Per motivare lo studio della disciplina è importante:

- far sapere a che cosa serve la matematica nella vita reale;
- presentare la disciplina come parte della cultura dell'individuo;
- offrire la conoscenza della disciplina come linguaggio chiave per interpretare il mondo.

Gli esercizi vengono proposti per progettare e sostenere il processo di apprendimento, condizione sine qua non per orientarsi.

La metodologia

- Rinforzo delle competenze mancanti ad una preparazione minima di base;
- Recupero degli allievi in difficoltà con attività individuali e di gruppo;
- Ripartizione del curriculum in unità didattiche (U.D.) con:
 - a lezione teoriche per presentare le nozioni fondamentali;
 - b lavoro di gruppo e/o individuale;
 - c sistematizzazione (lavoro nei gruppi che di volta in volta e prima della prova sommativa elaborino un resoconto delle U.D.).
- Verifica;
- Integrazione dell'Informatica nella Matematica (uso del computer in laboratorio come supporto allo studio della matematica e a questo è finalizzato);
- Apprendimento del calcolo algebrico finalizzato alla comprensione delle regole, evitando esercizi che richiedano calcoli troppo laboriosi e/o inutili;
- Metodo induttivo: introduzione motivata dei singoli temi partendo da problemi concreti, cenni storici e dalla necessità di conoscere qualcosa perché utile alla risoluzione di qualche problema;
- Scoperta guidata con l'aiuto di schede operative: la matematica si impara facendo, osservando, riflettendo più che ascoltando e ripetendo;
- Utilizzo da parte dell'insegnante di metodi di comunicazione volti a risolvere i conflitti: il metodo Gordon.

Bibliografia

Wong, H., Wong, R., Rogers, K. & Brooks, A. (Jul 2012). Managing Your Classroom for Success. *Science and Children*, 49 (9) 60-64.

Learnig by Doing. Team Work: ITT "Divini" - AM Microsystems

Elena Marini, Lidia Papavero, Matteo Piersantelli, Adolfo Russo

ITT "E. Divini" San Severino Marche (MC); AM Microsystems – Urbisaglia (MC)

e-mail: elena.marini@divini.org; m.piersantelli@am-microsystems.com

Introduzione

L'attività di apprendimento attivo nella 4a G della specializzazione Informatica ha avuto inizio quando un ex-studente dell'ITT "E. Divini", Ing. Matteo Piersantelli, ha incontrato gli allievi di questa classe, per presentare loro sia la sua esperienza di studente nel nostro Istituto e all'Università, sia come titolare dell'azienda AM Microsystems. La competenza e la disponibilità ad accogliere nuove idee da parte di un ingegnere tanto giovane, ha suscitato inevitabilmente curiosità ed entusiasmo nei nostri ragazzi, i quali hanno manifestato, fin dal primo momento, la volontà di sperimentare la collaborazione con l'azienda.

Motivazione

Premesso che nel nostro istituto si organizzano attività di collaborazione con le aziende ai fini del raggiungimento di diversi obiettivi, primo fra tutti creare una cultura del lavoro come momento formativo della persona, riteniamo di fondamentale importanza questo tipo di attività per consentire ai ragazzi di mettere alla prova le proprie capacità operative, rafforzare le capacità relazionali e di socializzazione, le capacità di flessibilità e disponibilità al cambiamento, sperimentando la sistematicità dei processi organizzativi e produttivi che esistono all'interno di un'azienda. Crediamo inoltre che la possibilità di potersi calare nei ruoli di un team di progetto, contribuisca in maniera significativa ad incrementare la motivazione all'apprendimento delle discipline tecniche, che è già presente nella maggior parte degli allievi di questa classe. Ulteriore elemento che rafforza la nostra motivazione a realizzare l'apprendimento attivo, è un aspetto dell'informatica e, in generale del lavoro di progetto, che gli studenti generalmente ignorano e al quale sono il più delle volte disinteressati: la documentazione. In questa nostra esperienza, tutt'ora in corso di svolgimento, intendiamo dare particolare risalto a questo aspetto soprattutto nella fase di analisi e specifica del progetto, poiché riteniamo che possa aiutare l'allievo a formulare domande e fornire risposte e quindi ad affrontare in modo analitico anche situazioni nuove e generare nuove idee. La documentazione della dinamica di lavoro dei gruppi dovrebbe inoltre risultare uno stimolo alla riflessione sulle modalità di gestione delle difficoltà nello sviluppo del progetto e degli eventuali conflitti tra i componenti del team.

Metodi didattici

Durante la prima seduta in laboratorio l'Ing. Piersantelli ha mostrato alla classe una 'tavoletta' elettronica in grado di rilevare i movimenti della mano e fornito, con l'aiuto della prof.ssa Papavero, alcuni spunti di lavoro sui quali riflettere per sviluppare progetti a partire da nuovi strumenti. Nella seduta successiva gli studenti hanno esposto le loro idee su eventuali progetti da realizzare e, sotto la guida degli ingegneri Piersantelli e Russo, hanno formalizzato tali idee, sulla base della fattibilità, in progetti concreti. Il fatto che ogni studente abbia scelto il progetto da realizzare, e quindi il contesto per sé rilevante, ha fatto sì che i gruppi di lavoro si costituissero in modo naturale. In ciascun gruppo sono stati individuati dei ruoli, tra cui un coordinatore che ha anche il compito di riferire lo stato di avanzamento dei lavori del proprio team durante gli incontri programmati con i titolari dell'azienda, un relatore che documenta, tramite report, l'operato del proprio gruppo e un componente che si occupa di documentare il progetto.

Tutte le attività sono guidate e monitorate dai docenti, i quali, non solo forniscono supporto tecnico, ma sono anche supervisor della dinamica di lavoro all'interno di ciascun team. Tutti i documenti, a partire dall'elenco dei gruppi con i rispettivi componenti e ruoli sono condivisi, tramite le app della piattaforma Google, con tutta la classe, le docenti coinvolte nel progetto e i titolari dell'azienda esterna. Dopo ogni incontro, fissati gli obiettivi da raggiungere entro le scadenze stabilite, le docenti spiegano le attività da svolgere ai fini del raggiungimento di tali obiettivi. Nella lezione teorica settimanale, la prof.ssa Marini affronta i concetti fondamentali relativi alla progettazione di un sistema, i quali poi vengono sperimentati dagli allievi, in prima persona durante le attività di progetto. Questo lavoro induce i ragazzi ad affrontare con una motivazione diversa la lezione successiva. Ciò è dimostrato dagli interventi effettuati e dalle domande che vanno più a fondo negli argomenti. Come momento di confronto, settimanalmente il coordinatore di ciascun gruppo viene invitato a riferire alla classe l'evoluzione e lo stato di avanzamento del proprio progetto.

Presentazione dei progetti

La classe si è scomposta e gli studenti si sono riuniti in gruppi che soddisfavano i loro interessi e sono iniziati alcuni progetti. I progetti scelti dai ragazzi:

- Realizzazione di un telecomando domestico con un controller gestuale 3D per accensione e regolazione colore e intensità di lampade a LED colorate.

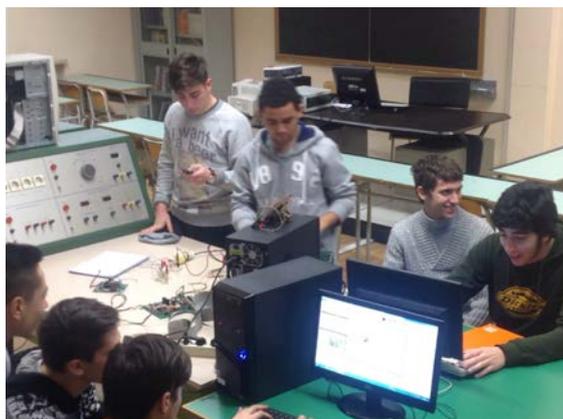


Figura 1. Gruppo GestIC 1: Realizzazione di un telecomando domestico

- Realizzazione di un telecomando che controlli un televisore tramite i movimenti della mano, i quali saranno acquisiti mediante un controller gestuale. In base al gesto che verrà riconosciuto verrà inviato il segnale infrarosso adeguato al televisore (Es. Movimento rotatorio del dito in senso orario = Aumento del volume).



Figura 2. Gruppo GestIC 2: Realizzazione di un telecomando TV

- Aggiornamento del sito Internet dell'azienda con nuovi servizi come l'aggiunta di un modulo per raccogliere i curriculum vitae, una pagina blog su cui vengono scritti articoli dai vari gruppi di lavoro inerenti l'andamento dei progetti. Altri obiettivi sono l'aggiornamento della grafica (tema) del sito e l'aggiunta di nuove pagine con informazioni sull'azienda.



Figura 3. Gruppo Sito Web

- Sviluppo di un'applicazione di visione artificiale con una scheda Raspberry. Questo progetto ha avuto l'adesione del maggior numero di studenti, quindi abbiamo ritenuto opportuno dividere i ragazzi in due gruppi distinti. Tale circostanza, a dimostrazione del fatto che componenti e dinamiche di gruppo diverse, inducono a volte a intraprendere decisioni diverse di fronte alla scelta delle stesse possibili soluzioni, si sta rivelando particolarmente interessante. I momenti di confronto tra i due gruppi infatti, inducono l'allievo a valutare criticamente le scelte effettuate o da effettuare (p. es. riguardo al sistema operativo da installare) e talvolta consentono di acquisire informazioni per intervenire tempestivamente nelle situazioni critiche



Figura 4. Gruppo RPI 1



Figura 5. Gruppo RPI 2

L'interdisciplinarietà dei progetti che coinvolgono, pur se in misura differente, tutte le materie di indirizzo, favorisce la formazione del tessuto reticolare di conoscenze relative ai diversi ambiti disciplinari.

Conclusioni

Questa esperienza si sta rivelando positiva in quanto gli studenti partecipano in maniera attiva e apprendono lavorando. Le difficoltà incontrate stimolano la maggior parte dei ragazzi alla riflessione e li mettono in condizioni di dover prendere la decisione giusta per sviluppare nel modo migliore il loro progetto avvalendosi ciascuno delle proprie e dalle altrui conoscenze e competenze interdisciplinari. I ragazzi inoltre diventano consapevoli delle loro capacità e sono stimolati a dare sempre di più potenziando l'abilità di affrontare in modo analitico e critico i problemi. Ci aspettiamo infine che l'occasione di confronto sulle modalità di gestione delle difficoltà nello sviluppo del progetto e degli eventuali conflitti tra i componenti del team, si riveli un contributo alla crescita e all'arricchimento della persona oltre che all'aumento delle competenze dello studente.

Bibliografia

- Anzai, Y. & Simon, H. A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86 (2), 124-140.
- Bolte, C. & Rauch, F. (2014). *Enhancing Inquiry-based Science Education and Teachers' Continuous Professional Development in Europe: Insights and Reflections on the PROFILES Project and other Projects funded by the European Commission - Book of invited presenters of the 2nd International PROFILES Conference 25th–27th August, Berlin/Germany.*
- Cardellini, L. & Felder, R. M. (2004). Cooperative Learning. *IS Informatica&Scuola*, 12 (4), 36-39.
- Cardellini, L. & Reid, N. (2007). Il problem solving nelle scienze. *IS Informatica&Scuola*, 14 (3-4), 1-4.
- Felder, R. M. & Brent, R. (2003). Learning by doing. *Chemical Engineering Education*, 37 (4), 282–283.
- Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2010). Contextualisation, de-contextualisation, re-contextualisation – A science teaching approach to enhance meaningful learning for scientific literacy. In I. Eilks & B. Ralle (Eds.), *Contemporary Science Education* (pp. 69-82). Aachen, Germany: Shaker.

Apprendere per insegnare

Silvana Braccacini

IIS "F. Filelfo", Tolentino (MC)

e-mail: brasil08@hotmail.it

Introduzione

Questo progetto è ormai ben collaudato essendo circa 11 anni che lo propongo agli studenti. L'idea mi è venuta quando insegnavo "scienza della materia e della natura" presso l'ITE di questo istituto. Chi aveva scelto di studiare "da ragioniere" non capiva facilmente perché dovesse applicare i propri sforzi verso le scienze e la chimica, quindi era per me vitale trovare un sistema per rendere la fatica dello studio interessante. Quotidianamente mi sentivo rivolgere la domanda: a che mi serve?

Quando mi sento rivolgere questa domanda mi dà quasi fastidio ma, in realtà, mi costringe sempre a non dare per scontato il senso di quello che propongo e a cercare di rendere i contenuti più vicini all'esperienza degli studenti e nello stesso tempo aiutarli ad una maggiore attenzione verso l'osservazione di ciò che accade. Questo sguardo più attento permette di cogliere aspetti di cui prima non ci si era accorti, suscitando spesso la meraviglia dei ragazzi, sperimentando anche che la bellezza può nascere in modo inaspettato, senza che sia stata programmata o progettata, sperimentando cioè la gratuità con cui la realtà si manifesta. Potendo accedere senza problemi al laboratorio scientifico, ho cercato prima di tutto di proporre esperienze a partire da materiali semplici, reperibili dalla vita quotidiana, per costringere gli studenti a capire che la scienza non è qualcosa di lontano e impenetrabile ma fa parte dell'esperienza di tutti i giorni e che permette di capire il mondo in cui viviamo, anche se richiede un metodo rigoroso.

Il metodo scientifico: osservare la realtà

La questione del *metodo* poi è per me il punto fondamentale da cui partire, non a livello teorico ma sempre attraverso un'attività pratica che metta in luce tutti i rischi che si possono incontrare nello studio dei fenomeni. Per questo motivo propongo sempre come primo esperimento di ogni corso lo studio di quello che succede quando viene messo a contatto del marmo con l'acido solforico.

1. OSSERVAZIONE. senza nessuna premessa teorica all'esperimento, chiedo ad ognuno di scrivere nel proprio quaderno quello che osservano, poi dopo qualche minuto di tempo, raccolgo alla lavagna le varie osservazioni.

Le più frequenti sono: *Il marmo si scioglie, l'acido corrode il marmo*, pochi, i più semplici, dicono che *si sviluppano delle bollicine* che è l'unico fatto che realmente si vede. La maggior parte, cioè, anziché osservare veramente quello che succede, trova già la spiegazione del fenomeno, arriva subito alle conclusioni secondo canoni mentali precostituiti. Ci si accorge in questo modo che spesso non osserviamo veramente la realtà che incontriamo tutta intera, ma diamo un'interpretazione di essa che non corrisponde, spesso e volentieri, alla verità della realtà stessa, o ci fermiamo su un particolare trascurando altri aspetti anche più importanti.

Non è assolutamente vero, infatti, che il marmo si scioglie e per quanto riguarda la corrosione non è chiaro in che cosa consista: cioè i ragazzi usano un termine di cui ancora non conoscono il significato. A questo punto è necessario ricondurre l'attenzione alla vera osservazione e si arriva unanimemente a questa: *si sviluppano delle bollicine che pian piano scompaiono*. Questo e solo questo noi vediamo!



Figura 1. Il marmo nell'acido sviluppa delle bollicine che pian piano scompaiono

Allora alcuni spontaneamente formulano la domanda.

2. **DOMANDA** che è il secondo passaggio del metodo scientifico. Non tutti riescono a formularla. È qui infatti la genialità dello scienziato, la capacità di formulare la domanda, non rimanendo indifferente verso quello che viene osservato.

Fu proprio così che venne, per esempio, scoperta la penicillina da parte di Fleming all'inizio del 1900. Fleming lavorava sui batteri che coltivava in piastre; in una di esse, rimasta per troppo tempo in termostato crebbe della muffa con intorno un alone d'inibizione della crescita batterica. Uno qualsiasi avrebbe imprecato per l'errore e gettato tutto. Fleming invece fu attento a questa realtà imprevista e si pose la domanda sulla causa dell'inibizione. Da lì nacque la scoperta (la muffa produce la penicillina, il primo degli antibiotici) che cambiò profondamente la vita della società futura, infatti nel 1800 la tubercolosi era una delle maggiori cause di morte.

Ritornando all'esperimento, dopo qualche confronto, i ragazzi concordano di concentrarsi su un'unica domanda: *perché lo sviluppo delle bollicine pian piano si interrompe?* Si passa quindi alle ipotesi.

3 - **L'IPOTESI**, che consiste nel dare una risposta provvisoria alla domanda. Ogni ragazzo formula la sua ipotesi. In questi ultimi anni mi capita che qualcuno non riesca proprio a dare spiegazioni di alcun genere ma normalmente è possibile raccogliere diverse ipotesi, che una ad una, vengono prese in considerazione. Quelle più comuni sono:

- a) c'è una reazione che porta l'acido ad esaurirsi;
- b) il marmo contiene gas intrappolato nella massa che si libera a contatto con l'acido;
- c) si forma una patina che impedisce al marmo di reagire completamente.

Ovviamente queste risposte sono provvisorie perché non siamo in grado di stabilire quale sia quella giusta senza la verifica sperimentale.

4. La VERIFICA SPERIMENTALE. Per fare la verifica sperimentale occorre prendere in considerazione un'ipotesi alla volta e proporre un esperimento che porti a risultati coerenti con l'osservazione.

- a) Se l'acido si consuma, allora aggiungendo un pezzo di marmo nuovo, le bollicine non si dovrebbero sviluppare.



Figura 2. Un nuovo pezzo di marmo viene messo nell'acido e si osserva sviluppo di bollicine

Dal risultato dell'esperimento si vede immediatamente che le bollicine si sviluppano come per la prima volta, l'ipotesi non è dimostrata: l'acido ancora c'è. Il fatto non ha ancora spiegazioni occorre andare avanti.

- b) Se il marmo contiene gas intrappolato nella massa, che fuoriesce a contatto con l'acido, se lo si spezza, il gas dovrebbe fuoriuscire e quando viene posto nell'acido non si dovrebbero sviluppare altre bollicine.



Figura 3. Il marmo viene spezzato

Con la rottura del pezzo di marmo rimesso nello stesso acido riprende lo sviluppo di bollicine. Anche in questo caso l'ipotesi non è dimostrata.

c) Se si forma una patina superficiale che interrompe il contatto tra acido e marmo, spezzandolo, si ottiene una superficie nuova che a contatto con l'acido può reagire.

Questo è quanto accaduto nella verifica dell'ipotesi precedente, in cui si vede che le bollicine si sviluppano proprio solo dalle superfici nuove prodotte dalla rottura.

CONCLUSIONE: la terza ipotesi è quella giusta. *Dalla reazione si forma una patina che copre la superficie del marmo.* Ad ulteriore conferma si potrebbe togliere il pezzettino di marmo dall'acido e cercare di grattare la superficie esterna per vedere se, una volta reintrodotta nell'acido, di nuovo le bollicine si sviluppano dai punti grattati.

Arrivare alle conclusioni comporta:

- 1- attenzione e interesse per la realtà;
- 2- attenersi strettamente all'osservazione dei fatti che realmente accadono senza pregiudizi o interpretazioni;
- 3- farsi provocare dall'osservazione e formulare delle domande;
- 4- la risposta deriva dalla verifica che si basa su un'esperienza che può essere giudicata.

In questo sviluppo del metodo scientifico manca un punto fondamentale che è quello della *documentazione* cioè la ricerca di notizie che possano fornire risposte documentate alle nostre domande senza dover ogni volta rifare il percorso compiuto già da altri. Lo sviluppo della scienza infatti si basa proprio su questa "conoscenza per mediazione". È importante sottolineare per i nostri studenti questo aspetto che può contribuire a motivarli allo studio, infatti studiare non è altro che ripercorre, in modo molto facilitato, la strada che altri con grande fatica hanno costruito rendendo così più semplice la nostra conoscenza e comprensione della realtà. Infine, è interessante far notare che l'esperimento osservato riguarda un fenomeno che avviene in natura: le **piogge acide** che attaccano i monumenti di marmo reagendo fino a formare una patina esterna costituita di gesso che può però essere asportata dagli agenti meteorici portando all'erosione dei monumenti stessi.



Gli esperimenti successivi che propongo partono sempre dagli argomenti curricolari che non sempre possono essere affrontati in laboratorio, ma, avendo chiaro, come detto prima, che lo studio non è altro che riscoprire le conclusioni raggiunte dagli scienziati con i loro esperimenti, la fatica diventa più godibile. Un'ulteriore motivazione al lavoro viene dalla proposta, fatta agli studenti, di diventare maestri per i più piccoli alunni della scuola primaria ai quali vengono riproposti gli esperimenti che corrispondono all'attività che essi stessi svolgono in aula a livello teorico con i propri insegnanti. Dopo aver preso contatto con le maestre della scuola elementare, che hanno accolto la mia proposta con entusiasmo, ho iniziato a lavorare in laboratorio in funzione della realizzazione di lezioni ed esperimenti per i bambini delle scuole del primo ciclo a cui gli studenti più grandi dovevano fare da maestri. Quando ho fatto la proposta ai miei studenti, inizialmente erano perplessi perché in fondo si rendevano conto che era una cosa impegnativa, verso la

quale non si sentivano adeguati, ma già dal primo incontro, malgrado gli errori e le reticenze nel parlare, l'atteggiamento si è decisamente trasformato.

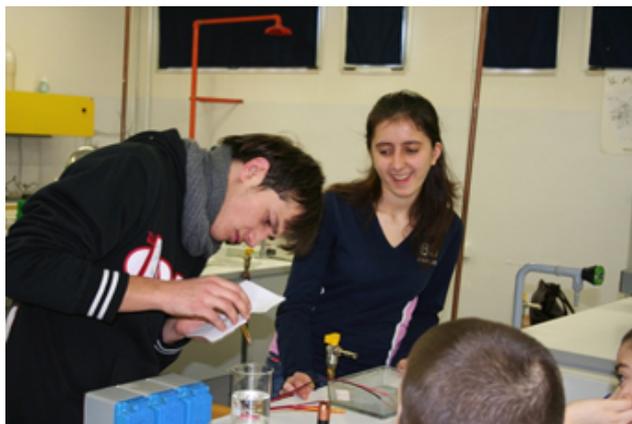


Figura 4. Gli studenti diventano maestri

I ragazzi sono stati catturati dalla *curiosità* e dalle continue domande dei più piccoli; sono stati costretti a *spiegare nel modo più semplice possibile* quello che anche loro avevano appreso con difficoltà. Hanno iniziato anche loro a ricercare esperimenti semplici sugli argomenti concordati ed hanno dovuto capire con precisione i risultati che ottenevano dovendo così *andare a fondo* di ogni argomento, cominciando essi stessi a chiedere quello che non avevano capito bene.

L'attività si è svolta anche in orario pomeridiano e di fronte alla proposta fatta a tutti, con sorpresa ho visto che spesso si sono coinvolti di più studenti apparentemente meno volenterosi che in questa occasione hanno assunto una responsabilità in modo molto serio mettendosi a studiare approfonditamente argomenti prima trascurati. L'esperienza mi conferma che la conoscenza è un problema affettivo, che chiede cioè il coinvolgimento della persona, che si muove se vede una valorizzazione di sé e scopre la capacità di assumersi una responsabilità di fronte ad un compito.

Cosa ne pensano i bambini

Dell'entusiasmo e della curiosità dei bambini delle elementari è venuta la documentazione anche quando le maestre hanno proposto dei "temini" sull'attività svolta nel nostro laboratorio. Le espressioni che mi hanno colpito maggiormente sono per esempio:

"... è stato *interessante* e nello stesso tempo è servito per *farmi capire* ..." (Luca), "... Finite le lezioni ritornavamo a scuola molto *soddisfatti e contenti* ... Spero di tornarci presto perché questi esperimenti sono molto *interessanti*" (Benedetta), "con nostra *sorpresa* abbiamo visto che l'aria pesava" (Mattia), "Tutte le volte che siamo tornati in classe io ero dispiaciuta perché avrei voluto assistere ancora a delle lezioni così *interessanti* ... Spero che anche l'anno prossimo la mia classe parteciperà ad esperienze così belle" (Elisabetta) "Queste giornate mi stanno piacendo molto perché vedere nuovi esperimenti *mi appassiona* ..." (Antonio)

Commenti di questo genere sono contenuti praticamente in tutti i testi, ma mi ha colpito in particolare aver trovato espressioni come: *mi appassiona, soddisfatti e contenti* che mettono in evidenza come la scuola può essere vissuta con gusto e partecipazione e ancora il termine *sorpresa* perché, come molti scienziati hanno testimoniato, è solo attraverso uno stupore che è possibile conoscere. Proprio in uno degli incontri una maestra, esprimendomi l'entusiasmo che le avevano dimostrato i bambini, mi ha fatto notare

come per loro sia particolarmente utile avere le spiegazioni da altri ragazzi e non dagli "addetti ai lavori", maestri o professori.

Altrettanto gratificante è anche sentire i genitori che, incontrandoli magari per strada, si fermano a raccontare gli esperimenti che i loro bambini ripetono a casa. Va riconosciuta la grande disponibilità delle maestre che hanno accompagnato in questo lavoro i loro alunni mostrando lo stesso entusiasmo e partecipazione, sottolineati anche in qualche composizione raccolta: "... mi ha colpito molto l'*entusiasmo* della maestra Franca che mi trasmetteva *gioia* e *interesse* ..." (Elisabetta). È evidente che un bambino, un ragazzo, si muove soprattutto se ha di fronte a sé un **adulto** che è mosso da una **passione**.

Bibliografia

Palincsar, A. S. & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1 (2), 117-175.

Un possibile percorso didattico "alternativo" sullo studio della pressione

Fabrizio Gentili

Liceo Classico "G. Leopardi", Recanati (MC)

e-mail: fabrizio.gentili@istruzione.it

Il motivo per cui scrivo questo breve articolo è quello di portare la mia felice esperienza riguardo ad un insegnamento della fisica basato su esperimenti scenici, "paradossali", poveri, realizzabili con materiali facilmente reperibili e soprattutto riguardanti fenomeni quotidiani dagli esiti sorprendenti. La scelta dello studio della pressione è dovuta a tre fattori: il primo è l'aspetto temporale in cui tale argomento viene proposto nei corsi di fisica delle superiori, il secondo è la facile ripetibilità di tali esperimenti, il terzo è l'enorme impatto visivo e motivazionale che suscita negli studenti. Premetto che tutto il percorso è realizzato con l'intento di realizzare uno "spettacolo di fisica" nel quale i ragazzi si esibiranno di fronte ai propri familiari per mostrare loro quello che hanno imparato. Per esperienza personale, ho imparato che l'approccio dei ragazzi a questa materia nei licei, esclusi quelli scientifici, è di diffidenza, di scetticismo e soprattutto di percezione di non riuscire.

Il rischio è quello di avere studenti che pensano che lo studio della fisica sia solamente risolvere il problema con formule date per verità assolute, saltate fuori come fossero teoremi impartiti dall'alto. L'altro rischio è quello di non far svolgere esercizi perché, come sento spesso in giro, "troppo difficili per gli studenti di oggi", "tanto non riuscirebbero a risolverli". Lo studio della pressione, come viene proposto nei testi delle scuole superiori, a livello strategico, è il primo argomento con il quale è possibile suscitare più entusiasmo e più stimoli; a livello storico la scoperta della pressione atmosferica è un percorso affascinante e tortuoso che dà la giusta idea di come la fisica sia una scienza sperimentale, senza quelle certezze che ha un teorema di matematica, quello che per millenni si credeva fosse scontato viene smentito.

All'inizi del percorso propongo agli studenti (con le dovute differenze tra licei, soprattutto scientifici e non) domande stimolo, tipo:

1. Cosa è la pressione?
2. Cosa è la pressione atmosferica?
3. È maggiore in alta quota o in bassa quota?
4. Perché il fachimiro non sente dolore nel letto di chiodi?
5. È possibile camminare sulle uova?
6. È possibile palleggiare con un pallone su una tavola di legno sporgente da un tavolo e sorretta solo da un foglio di giornale?
7. È possibile aspirare l'acqua al di sopra di 10,33 metri?
8. Galileo conosceva il concetto di pressione atmosferica?
9. Cosa è la teoria dell'"Horror Vacui"?

10. Cosa è l'esperimento di Torricelli?
11. La pressione di un liquido dipende dalla quantità o solo dall'altezza del liquido?
12. La pressione di un liquido sul fondo dipende dalla superficie del fondo?
13. Con la stessa quantità di liquido, la pressione sul fondo di un recipiente dipende dalla forma, dalla superficie del fondo, dall'altezza del recipiente?
14. È possibile far implodere una lattina solo con acqua e fornello?
15. È possibile gonfiare un palloncino all'interno di una beuta?
16. È possibile rompere una bottiglia di birra usando solo acqua e un colpo secco con il palmo di una mano?
17. Perché le maschere dei sub hanno un boccaglio con un tubo di al massimo 20-30 cm e non di un metro o più?
18. Quale è il punto più basso dell'oceano a cui l'uomo è sceso con un'imbarcazione?
19. È possibile tappare una damigiana di 10 o 15 litri di acqua con solo po' di carta assorbente e ribaltarla senza che l'acqua cada?
20. Cosa sono gli emisferi di Magdeburgo?
21. Chi ha scoperto la pressione atmosferica e come ha dimostrato tale scoperta?
22. È possibile rompere una botte piena di acqua versando poche gocce di acqua in un imbuto posto a 10 metri sopra la botte?
23. In una piscina ci sono tre persone dentro un canotto, e le persone si tuffano, il livello dell'acqua sale scende o resta inalterato?
24. Dati due palloncini, uno pieno di elio e uno di aria vengono attaccati all'interno di un'auto (ovviamente quello con elio attaccato in basso e quello pieno di aria in alto), quando l'auto parte quale sono i versi degli spostamenti dei due palloncini? Se l'auto gira a destra dove si muovono?
25. Dato un bicchiere pieno di acqua posto sopra una bilancia, se metto un dito in acqua, senza toccare il fondo, cosa indica la bilancia? Misura un valore diverso da prima? Se sì cosa misura?
26. L'acqua bolle prima in pianura o in montagna? Quindi la pasta cuoce prima in pianura o in montagna?
27. Se attacchiamo un foglio di carta in fondo ad un bicchiere e lo immergiamo in acqua con l'apertura in basso, l'acqua entra dentro il bicchiere?
28. È possibile far entrare un uovo in una bottiglia con il collo più stretto dell'uovo senza romperlo? Se sì, come fare per farlo uscire?

Queste domande servono per colpire l'immaginario dei ragazzi, per fargli osservare che questa materia può attirare la loro attenzione, che riguarda una realtà a loro vicina, non è astrusa dalla loro vita quotidiana. L'idea che mi sono fatto sugli alunni è quella di menti fresche e pensanti chiuse ermeticamente dalla sovrabbondanza di stimoli tecnologici e multimediali, quasi passivi per la troppa abbondanza di informazioni, incapaci di selezionarle, di sceglierle, di filtrarle. Solo motivando i ragazzi, solo ottenendo il loro interesse, la loro curiosità, è possibile entrare in contatto diretto con loro, renderli protagonisti del loro apprendimento.

In un secondo momento introduco i concetti fondamentali direttamente in laboratorio, facendo toccare con mano i concetti espressi, spesso portando gli stessi alunni a dedurre alcune leggi fisiche. Durante gli esperimenti utilizzo sempre una videocamera per riprendere che mi permetterà di assegnare successivamente dei lavori di gruppo. Alcuni esperimenti servono per suscitare entusiasmo e curiosità, né cito solo alcuni, per gli altri inserisco un link a dei filmati su youtube:

1. Bottiglia di birra rotta con colpo secco come conseguenza del Principio di Pascal



Figura 1. Bottiglia di birra rotta con colpo secco come conseguenza del Principio di Pascal

2. Letto di chiodi su cui è possibile camminare a piedi nudi



Figura 2. Letto di chiodi su cui è possibile camminare a piedi nudi

3. Tavoletta di legno coperta da un giornale sulla quale è possibile palleggiare con un pallone da basket



Figura 3. Tavoletta di legno coperta da un giornale sulla quale è possibile palleggiare con un pallone da basket

4. Damigiana da 5 litri, piena di acqua e attappata solo con un velo di carta scottex che se capovolta l'acqua non cade



Figura 4. Damigiana da 5 litri, piena di acqua e attappata solo con un velo di carta scottex che se capovolta l'acqua non cade

5. Lattina di cola fatta implodere con dell'acqua bollente



Figura 5. Lattina di cola fatta implodere con dell'acqua bollente

6. Palloncino gonfiato all'interno di una beuta



Figura 6. Palloncino gonfiato all'interno di una beuta

7. Alunni attaccati con degli emisferi tipo Magdeburgo al soffitto del laboratorio



Figura 7. Alunni attaccati con degli emisferi tipo Magdeburgo al soffitto del laboratorio

In laboratorio si mostra un fenomeno e si chiede agli studenti di dare delle ipotesi sul perché avviene in quella maniera? Ipotesi, non risposte. Le ipotesi non sono né giuste né sbagliate, sono ipotesi. E le ipotesi vanno verificate. Se uno studente fa una ipotesi strana (è quello che capita più spesso), non lo si deve zittire, dicendo "no, non è così" oppure "ci sei quasi", bisogna fare una cosa più difficile, cioè dimostrarci con un esperimento o qualche cosa del genere che l'ipotesi non corrisponde alla realtà. Nel far questo si riesce a dare un legame effettivo tra teoria e realtà e pratica sperimentale. Bisogna mettersi nei panni di coloro che a quel tempo avevano le stesse domande dei ragazzi, gli stessi dubbi, le stesse perplessità. Questo può provocarci a volte un notevole imbarazzo: noi sappiamo che non è così ma non riusciamo ad immaginare un esperimento un motivo per cui quella ipotesi non è corretta. In genere quello che succede dopo un imbarazzo iniziale degli studenti (ma che razza di domande fa il prof? Perché non ci dà lui la spiegazione, se la sa?) – le abitudini ben inculcate sono difficili a morire – incomincia una marea di ipotesi, di curiosità, l'interesse è catturato, le spiegazioni teoriche necessarie sono seguite e soprattutto ricordate.

Dopo questi esperimenti si passa allo studio storico della scoperta della pressione atmosferica, allo studio di quello che effettivamente è successo, immedesimandoci nelle persone che hanno trovato quelle leggi, ricordando i loro fallimenti. Spesso ricordo ai ragazzi una frase citata da Winston Churchill "Il successo è l'abilità di passare da un fallimento all'altro senza perdere l'entusiasmo" e una citata da Henry Ford "Ogni fallimento è semplicemente un'opportunità per diventare più intelligente".

I Ragazzi dovranno prima cercare alcune parole chiave tipo Horror vacui, Gian Battista Baliani, Gaspare Berti, Evangelista Torricelli, problema del sifone dei fontanieri di Firenze, Blaisè Pascal, unità di misura atm. Dal materiale ricavato si passa allo studio storico simulando in laboratorio o tramite filmati alcune delle problematiche che si erano create all'epoca della scoperta fino a giungere alla narrazione completa. A questo punto ai ragazzi si danno le consegne. Si organizzano dei gruppi da 4 e la consegna è quella di organizzare o una presentazione power point o un file word con i link ai filmati realizzati spiegando in dettaglio il principio di funzionamento e di realizzare una breve sintesi storica della scoperta della pressione con aggiunte a piacere e approfondimenti vari. Inoltre ai ragazzi consiglio di esercitarsi in quegli esperimenti perché a fine anno avranno la possibilità di esibirsi di fronte alle proprie famiglie, spiegando loro il funzionamento. Per questo tipo di lavoro concedo un mese di tempo, durante il quale in classe procediamo con gli esercizi veri e propri.

Per quanto riguarda gli esercizi, a seconda del contesto di classe in cui mi trovo, di solito per "chiarire" ai ragazzi quali sono gli obiettivi do una lista di esercizi e di domande fac-simile per aiutarli a prepararsi in vista del compito. Questo modo di fare può essere criticato in quanto si abitua i ragazzi a prepararsi sapendo già quali sono le difficoltà che si presentano nella prova, a queste obiezioni rispondo facendo osservare che la lista di domande e di esercizi è piuttosto lunga, in pratica i ragazzi si trovano a risolvere tutte le tipologie di esercizi fatti in classe e soprattutto si preparano a rispondere alle domande in maniera precisa e dettagliata. Dopo la prima verifica si rendono conto che il compito è incentrato su quel fac-simile e non possono più dire che loro non sapevano o che non avevano capito la domanda!!!

Gli stessi genitori di fronte agli insuccessi del figlio non possono eccepire nulla perché già prima delle verifiche fanno in linea di massima quello che devono sapere. Quello che i non addetti ai lavori non percepiscono è che in realtà in quel facsimile ci sono tutte le tipologie e tutte le domande possibili, concentrate, mentre durante le lezioni, una tipologia di esercizio viene svolta tre o quattro volte. Per differenziare i livelli prevedo uno o due esercizi di difficoltà maggiore che richiedono un'elaborazione più approfondita dei concetti appresi, lavorando sul concetto di sfida ottimale. I risultati ottenuti con questa metodologia sono a mio modesto parere piuttosto buoni; in questa maniera si evitano i voti 2 o 3 che non fanno altro che diminuire l'autostima dei ragazzi e rallentano l'andamento di tutta la classe. Penso che la classe sia una squadra, ci sono i campioni, i gregari e il gruppo, solo se il gruppo tira, i campioni si possono allenare e i gregari possono lanciare la volata!!!

Una classe in cui anche l'ultimo si sente partecipe del progetto è una classe in cui la didattica fluisce serenamente, tutti si sentono partecipi e anche coloro che hanno l'insufficienza sentono la fiducia di poter riuscire. A dimostrazione di questo porto l'esperienza di una classe di una prima liceo scientifico, in cui un alunno ha riportato un'insufficienza in fisica nello scrutinio finale ma nell'esibizione di fine anno è stato tra i migliori sia per esposizione sia per partecipazione. Il progetto di fine anno realizzato dagli alunni è un'idea vincente: ancora a distanza di anni alcuni studenti mi scrivono mail in cui mi dicono che il ricordo più bello insieme alla gita scolastica è lo spettacolo di fisica di fine anno, in cui timore, ansia di prestazione e voglia di essere protagonisti hanno reso quei momenti indimenticabili.

Per la realizzazione di questi spettacoli non prevedo molti rientri, uno o al massimo due, perché il resto lo devono fare i ragazzi a casa, riunendosi, responsabilizzandosi, perché poi sono loro che si dovranno esibire e quindi hanno tutto l'interesse a presentarsi più preparati possibile. Alla fine di ogni esibizione è bello vedere le sensazioni sia dei ragazzi sia dei loro genitori; sono proprio i genitori a venire da me ringraziandomi come se avessi fatto chissà cosa, solo quando rivedo i filmati riesco a capire il perché: gli

occhi di quei ragazzi brillano, si vede che sono coinvolti, che sono i protagonisti di un evento dedicato a loro, la scuola finalmente li ha messi al centro del "villaggio"!!

Bibliografia

Sullo, B. (2009). *The motivated student. Unlocking the enthusiasm for learning*. Alexandria, VA: ASCD.

Healthy/unhealthy diet. Grazie all'errore! La didattica basata sul PBL e la crescita della motivazione

Chiara Campagnoli

IC "Egisto Paladini" – Treia (MC)

e-mail: chca@libero.it

Nell'ambito del progetto "Educazione alimentare", che coinvolge l'intero Istituto per tutto l'anno scolastico, i docenti di Inglese, Scienze e Tecnologia hanno predisposto un'attività di CLIL dal titolo "Healthy/unhealthy diet". L'obiettivo è didattico, nel senso dell'acquisizione di un lessico L1/L2 sull'argomento (cibi, bevande, piramide alimentare, modalità di conservazione e somministrazione degli alimenti) ed educativo, intendendo aiutare gli alunni a distinguere tra cibi sani e non, a nutrirsi con equilibrio e senso della moderazione, allo scopo di prevenire i disturbi legati ad una alimentazione scorretta. L'attività è partita dai docenti di Scienze e Tecnologia e si è estesa quasi simultaneamente alle lezioni di Inglese. Il mio modo di procedere è stato il seguente:

- Brainstorming sul lessico noto in L1 ed L2
- Presentazione della piramide alimentare in Italiano e lavoro di ricostruzione della stessa in Inglese.
- Dialogo basato su domanda/risposta "What do you have for breakfast/lunch/dinner?" e relative risposte.

Per quanto riguarda il primo punto ho chiesto di richiamare alla memoria i nomi dei cibi conosciuti, dividendoli per tipologie. Es: fruit (orange, apple...). In seguito la classe ha ripreso la piramide alimentare e l'ha tradotta in Inglese utilizzando il lessico noto. Per i termini sconosciuti avevo precedentemente preparato un'attività di "matching terms" a coppie, come questa:

ITALIANO	INGLESE
Grassi	Poultry
Carboidrati	Alcoholic drinks
Pollame	Fats
Cereali integrali	Olive oil
Legumi	Protein
Bevande alcoliche	Whole grains
Olio d'oliva	Carbohydrates
Proteine	Dry beans



Tabella 1. Match Italian and English

Una volta terminato il lavoro sul lessico, i ragazzi, divisi in gruppi di 4 persone ciascuno, hanno disegnato la piramide alimentare. Ciascun gruppo doveva occuparsi di una sezione specifica (carbohydrates, fruit and vegetables, ecc) e apporre didascalie appropriate. La piramide è stata poi ricomposta su un grande poster e affissa in classe.

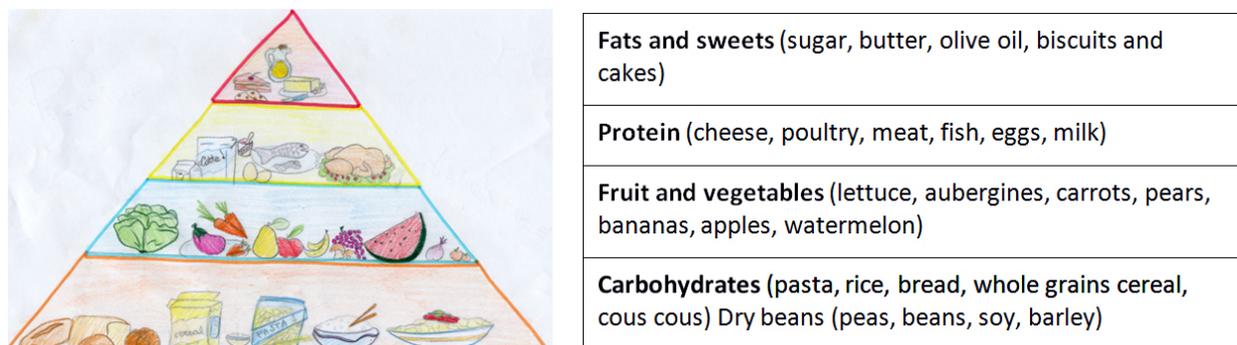


Figura 1. La piramide alimentare

La terza fase, quella del dialogo, è iniziata, a titolo d'esempio, dalla cattedra; ho quindi chiesto qua e là "What do you have for breakfast/lunch/dinner?". Gli alunni dovevano poi continuare tra di loro, dal posto, ad alta voce. Tutto sarebbe andato avanti seguendo lo schema prefissato, (che ho portato a termine successivamente) se non ci fosse stato l'*errore*, peraltro tipico di molti studenti, di tradurre alla lettera l'espressione "fare colazione" con "make breakfast", che invece significa "preparare la colazione". Di fronte a questo *ostacolo*, ho perciò impostato le successive attività secondo la dinamica didattica del Problem Based Learning o apprendimento per problemi, che, nel caso specifico, sono emersi dal contesto, dagli studenti stessi. La consapevolezza di riconsiderare quanto già appreso ha coinciso con la necessità di acquisire e modificare le conoscenze pregresse ed arricchire il vocabolario di nuovi items lessicali ed espressivi. Le curiosità ha permesso di rendere piacevole la ricerca dei termini alternativi a "make" e così abbiamo introdotto i "cooking verbs". Lo step successivo è andato come, anzi meglio, di quanto pianificato. Le attività in classe si sono svolte nell'arco di 2 lezioni da 1 ora ciascuna e sono state:

- Lavori di gruppo (Cooperative Learning) sul tema "recipes": Ciascun gruppo, composto da 4 persone, ha analizzato, scritto, illustrato e riferito in inglese semplici ricette appartenenti a culture culinarie differenti, in considerazione del fatto che la presenza di alunni stranieri in classe ha reso possibile un arricchimento in tal senso.

Si è proceduto alla stesura delle varie ricette: *ingredients and quantities, preparation, illustration*, dopo di che, ciascun componente del gruppo secondo la struttura delle "teste numerate", ha interagito con gli altri gruppi chiedendo e dando informazioni sul lavoro svolto.

I numeri 1 avevano il compito di illustrare la ricetta con un disegno;

I numeri 2 di fare domande su ingredienti e preparazione ("What are the ingredients?" e poi "How much/many ...?", quindi "How do you make it?") e di trascrivere le risposte;

I numeri 3 rispondevano su ingredienti e quantità;

I numeri 4 sulla preparazione.

Integrazione e inclusione

Prima di procedere con l'attività, i numeri 2 ,3 e 4 hanno memorizzato ciò che dovevano riferire, poiché non era permesso leggere. I numeri 1 di ciascun gruppo sono stati da me assegnati agli alunni con

buone capacità espressive dal punto di vista grafico, ma scarse dal punto di vista linguistico. Per gli studenti DSA e BES, parlare o scrivere in L2 è veramente frustrante; gli stessi, però, sono in grado di riconoscere il lessico di base e di comprendere semplici e brevi messaggi. Questa attività ne ha permesso l'inclusione ed ha rafforzato l'interdipendenza positiva all'interno del gruppo. I numeri 2 erano invece di pertinenza degli alunni che hanno una maggiore competenza morfo-sintattica ma scarsa attitudine al dialogo orale. Questi ragazzi, non dovendosi preoccupare eccessivamente della forma grammaticale, si sono potuti concentrare maggiormente sulla pronuncia e sulla *fluency* del loro discorso. In questo caso l'attività è servita come potenziamento.

I numeri 3 e 4 sono stati dati appositamente a tutti quegli alunni, che peraltro costituiscono la maggior parte della classe, che sono abituati a considerare "compito" solo quello scritto e che perciò non curano affatto l'aspetto della memorizzazione e della ripetizione orale di quanto presentato in classe. Ho notato che la mancanza di un metodo di studio basato sul rinforzo anche mnemonico degli items lessicali, spesso frena il processo di apprendimento e di acquisizione di concetti e funzioni linguistiche più complesse. Non possedere **parole** limita fortemente la possibilità di **possedere** la realtà e comunicare esperienze. In queste occasioni, per far capire l'importanza della ricchezza lessicale, mi è capitato di raccontare le storie legate alla mitologia germanica; Wotan (Odino) era il capo del Walhalla non perché fosse il più forte fisicamente, ma perché conosceva più parole degli altri e quindi "possedeva" il mondo più di chiunque altro.

In sintesi, oltre alla preziosa ricaduta educativa dell'integrazione e dell'inclusione, l'attività ha fatto sì che l'attenzione fosse focalizzata non solo sui contenuti, ma anche sulla lingua inglese, favorendone e potenziandone la comprensione e la produzione. Inoltre, l'interdipendenza positiva durante il lavoro ha favorito l'acquisizione di importanti abilità sociali essenziali nei rapporti interpersonali di ogni giorno. La fase conclusiva è stata quella di considerare i lavori svolti e, alla luce dei contenuti appresi, rispondere alla domanda: "Which is healthier?" ("Quale dieta è la più salutare?") Ci siamo soffermati ad analizzare le ricette prendendo la Dieta mediterranea come punto di riferimento. Il resto è stato in seguito ripreso e discusso con i docenti di Scienze e Tecnologia.

La verifica è stata articolata in due momenti:

1. Show us your work: choose one of you to speak about your recipe.
2. Find out good and bad qualities of your recipe in comparison to the Mediterranean diet.

Per quanto riguarda la disciplina che insegno, la domanda "Which is healthier?" ha aperto nuovi orizzonti. Essa, per esempio, ha offerto l'occasione di anticipare la struttura grammaticale del comparativo di maggioranza ed altre funzioni comunicative ad essa connesse. Per i docenti di Scienze e Tecnologia questa attività va ad aggiungere competenze significative quali:

- Saper individuare gli alimenti più adeguati per la propria alimentazione e stabilire, in base al loro apporto calorico, una corretta dieta giornaliera.
- Saper individuare gli alimenti di stagione e a km zero per promuovere un consumo consapevole e rispettoso dell'ambiente.
- Saper individuare corrette strategie di conservazione degli alimenti e metodi per cucinare in modo salutare per preservarne le caratteristiche alimentari.
- Saper individuare le cause della malnutrizione nel pianeta e intraprendere semplici atteggiamenti quotidiani come la riduzione degli scarti alimentari.
- Saper accogliere i propri compagni, in particolare quelli provenienti da altri paesi stranieri, e fare in modo che il mangiare insieme diventi un luogo di incontro e arricchimento culturale.



Figura 2. Lavoro nella classe

In conclusione:

- La progettazione iniziale è un punto di riferimento importante, complesso e strutturato, ma la *flessibilità* del docente è una qualità che, per definizione, dovrebbe rendere possibile la modifica in itinere e in base al contesto, l'arricchimento e la riconsiderazione dei percorsi previsti, proprio perché deve lasciare spazio, pur arginandone gli eccessi, al fiume in piena costituito dall'apporto di ciascun alunno, per creare un ambiente che sia il più possibile favorevole all'apprendimento e ne amplifichi l'efficacia.
- Il Cooperative Learning favorisce una didattica inclusiva che si deve muovere sul binario del miglioramento organizzativo, perché nessun alunno sia sentito come non appartenente, non pensato e quindi non accolto. Essa mira ad una partecipazione equa, poiché si basa *effettivamente* sull'interdipendenza positiva e sulla responsabilità individuale e crea un clima relazionale positivo, trasformano ogni attività di apprendimento in un processo di problem solving di gruppo.
- Il CLIL ha creato una forte motivazione all'apprendimento della lingua inglese, in quanto vista come strumento comunicativo e non come "materia" di studio avulsa dal contesto. Oltre a ciò, l'abbinamento CL e CLIL ha incoraggiato tutti gli alunni ad "esporsi" alla comunicazione in L2 per poter comunicare gli esiti del lavoro svolto.



Figura 3. Gruppi cooperativi all'opera

Bibliografia

- Cardellini, L. & Felder, R. M. (1999). L'apprendimento cooperativo. Un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti. *La Chimica nella Scuola*, 21 (1), 18-25.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning. Theory, Research, and Practice*. Second Ed. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Jones, B. F., Rasmussen, C. M. & Moffitt, M. C. (1997). *Real-Life Problem Solving. A Collaborative Approach to Interdisciplinary Learning*. Washington, DC.: American Psychological Association.

Per concludere il percorso in bellezza

Antonio Pistoia

IIS "Volterra-Elia", Ancona

e-mail: pistoia.antonio@gmail.com

Introduzione

Una delle difficoltà maggiori per gli studenti dell'ultimo anno è quello di trovare un'idea per realizzare una tesina che potesse trattare trasversalmente "tutte" le discipline studiate nel proprio percorso di studi. Assurdo e patetico! Bisogna assistere in sede d'esame a poltpettoni di 10 minuti in cui si riuscivano a trovare legami improponibili tra internet e l'uomo di Neanderthal passando per la rivoluzione francese e trasformate di Fourier che attraversavano le forme d'onda di chissà quale demone della Divina Commedia. Roba da far piangere anche un pesce. Stavamo svilendo il lavoro di 5 anni, ma soprattutto rendendo ancor più banale un momento così intenso come l'Esame di Stato, sminuendo ulteriormente quello che dovrebbe essere l'atto conclusivo di 5 anni importantissimi per la vita e la crescita dei nostri ragazzi.

Quei miseri 10 minuti devono essere il loro momento di gloria, in cui non devono essere incatenati, anzi devono potersi "scatenare" per dimostrare tutto i propri talenti! (purtroppo ancora molti colleghi sono troppo indietro). Quindi l'idea, convalidata e sollecitata anche dalla dirigenza, è stata quella di stimolare i ragazzi a realizzare qualcosa di concreto che li rappresentasse in prima persona e li coinvolgesse emotivamente perché potessero dimostrare con passione dove li ha portati il loro personale percorso di studio. Li ho studiati cercando di trovare le loro passioni e i loro desideri, prima punzecchiandoli per capirli più a fondo, poi assecondandoli ed infine indirizzandoli. Stavamo attuando i principi della riforma: alla fine del corso di studi avrebbero realizzato il loro "capolavoro", quel prodotto che potesse raccogliere molte delle competenze e conoscenze acquisite durante i cinque (più o meno) anni di studio.

I loro "capolavori"

In questi anni gli studenti più volenterosi e motivati hanno realizzato, con il confronto e spesso il solo conforto dei docenti dato che più di quello non eravamo in grado di offrire, lavori sempre all'avanguardia con gli ultimi strumenti offerti dalla tecnologia. Lavorando a tutte le ore, sfruttando i momenti morti della giornata, riuniti in gruppi o singolarmente a seconda del lavoro da realizzare e dell'idea da sviluppare hanno preparato nell'ordine: un server per la piattaforma di formazione della scuola con il sistema operativo Linux tuttora operativo dopo tre anni di superbo lavoro, hanno allestito un intero laboratorio informatico con macchine virtuali su cui hanno installato la distribuzione Mint, di cui fino a quel momento non ne conoscevo l'esistenza, realizzato app per Android per un progetto regionale che permette ai cittadini immigrati di autovalutare le proprie conoscenze della nostra Italia, un gioco per smartphone Android, una app che permette di collegarsi a tutti i servizi online offerti dal nostro istituto (queste ultime 2 sono reperibili all'interno del PlayStore Android)

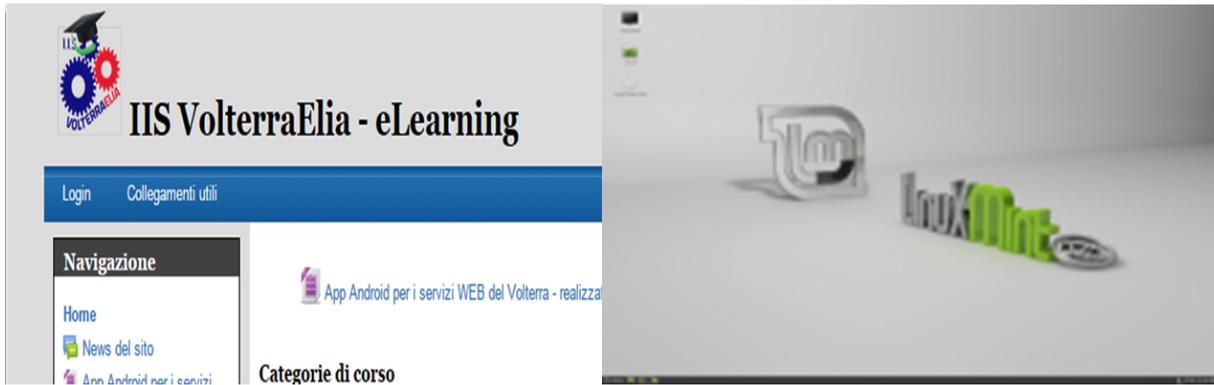


Figura 1.



Figura 2.

Ma non si sono fermati all'informatica, indirizzo di cui fanno parte. Hanno spaziato anche verso l'elettronica e l'automazione; sono venuti a conoscenza di Arduino e ci hanno trascinato con entusiasmo realizzando una macchina telecomandata controllata da un portatile attraverso la rete WiFi, un'altra controllata con uno smartphone con applicazione Android attraverso un collegamento bluetooth, una cascata luminosa di led.

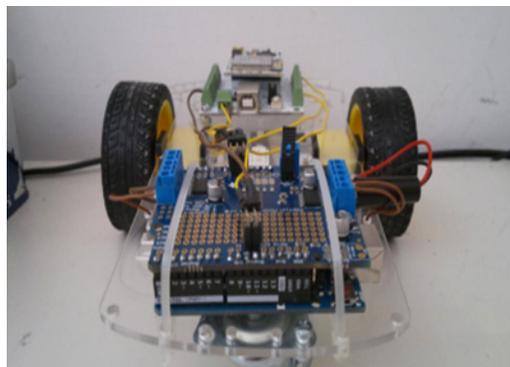


Figura 3.

I loro "capolavori"

A conclusione dei loro lavori hanno scritto le loro tesine, utilizzando un italiano estremamente corretto e scrivendone parte in inglese; e poi l'hanno esposta fluentemente sapendo quello di cui stavano parlando perché l'avevano veramente vissuto. Da quando abbiamo incominciato questo progetto, in 10 miseri minuti abbiamo visto in ognuno di loro gli occhi di chi aveva trovato un motivo per cui era valsa la pena di passare 5 (o più) anni con noi. Il lavoro dei docenti, soprattutto all'inizio, è stato quello di aiutarli a mantenere i tempi ed a fornire supporto logistico, indirizzandoli, spingendoli, anticipando possibili defaillance. Li abbiamo aiutati ricordando in continuazione di registrare l'evoluzione dei lavori, sia quelli con esiti positivi che quelli negativi, mantenendo sempre vivo il focus sull'obiettivo che stavano perseguendo, perché non si distraessero. Ne è risultato un lavoro di ricerca ottimo da cui ho tratto alcuni stralci per descriverne le fasi vissute dai "miei" ragazzi:

Il progetto ha inizio al termine dello scorso anno scolastico quando il coordinatore di classe ci ha invitato a riflettere su un eventuale lavoro da presentare come tesina all'esame di stato. Durante l'estate abbiamo compiuto una ricerca sulla fattibilità dell'idea e sulle possibili tecnologie utilizzabili nella nostra soluzione. Il punto di partenza è stato la scelta di Arduino come microcontrollore poiché esso è facilmente reperibile online. Da questa prima decisione è scaturita la successiva ricerca di componenti da interfacciare con tale dispositivo che completassero la nostra soluzione. Informazioni utili sono state ricavate da un precedente progetto scolastico che abbiamo realizzato durante lo stage estivo in una azienda locale

Durante il loro lavoro hanno fatto ricerca per programmare, acquistare, ridurre i costi, valutare i materiali più idonei, testare i risultati di volta in volta ottenuti, presentare il lavoro nella modalità più conveniente ed accattivante; era il risultato di un loro "capolavoro". Hanno lavorato in modo veramente intenso e non si sono risparmiati, li abbiamo visti correre lungo i corridoi inseguendo il loro modello, che talvolta è ruzzolato lungo le scale riportando lesioni non gravi, ma superando egregiamente anche diversi crash test.

IDEAZIONE. Una volta definita l'idea di progetto il primo step è stato la ricerca dei pezzi da acquistare. Per la parte meccanica si è inizialmente pensato di riutilizzare una vecchia macchinina telecomandata ma tale soluzione è stata scartata poiché è risultata subito evidente la difficoltà di interfacciarsi con i circuiti di controllo non essendo disponibile nessun datasheet né codice sorgente. Abbiamo allora ricercato in internet un fornitore che ci offrisse dei motorini facilmente controllabili e un sistema di sterzo che non risultasse troppo complesso. Ricercando fra i siti di acquisti on-line, dalla Cina, abbiamo trovato quello che cercavamo: Un "Robot Car Kit" ...

PROGRAMMAZIONE CON ARDUINO. Per prima cosa abbiamo iniziato a fare dei semplici test con il microcontrollore cercando di creare un programma che gestisse un LED per acquisire dimestichezza con il nuovo linguaggio e con il componente ... PROGRAMMAZIONE OPENPICUS
PROGRAMMAZIONE SISTEMA DI CONTROLLO PROGRAMMAZIONE INTERFACCE

Si sono trovati di fronte a problemi di diversa natura come malfunzionamenti, guasti, costi; applicando tecniche di problem solving le hanno superate, chiedendo anche il nostro supporto che non è mai mancato. Il risultato tangibile è stato quello riportato in queste immagini, ma quello vero è stato di vedere aumentare in la consapevolezza nei propri mezzi migliorando la capacità organizzativa nel rispetto dei tempi e degli obiettivi che si erano prefissati. Il documento che ne è risultato è degno di una tesi di laurea triennale composto da 27 pagine in cui sono descritte le varie fasi di lavoro, le tecnologie utilizzate, le ricerche e le analisi effettuate corredate da immagini ed appendici esplicative. La loro presentazione, realizzata usando Prezi, in sede d'esame è stata molto apprezzata dalla commissione che si è sentita molto partecipe

vedendo camminare il prototipo ed anche i componenti di materie non tecniche hanno chiesto spiegazioni apprezzando il lavoro svolto durante l'anno trascorso.

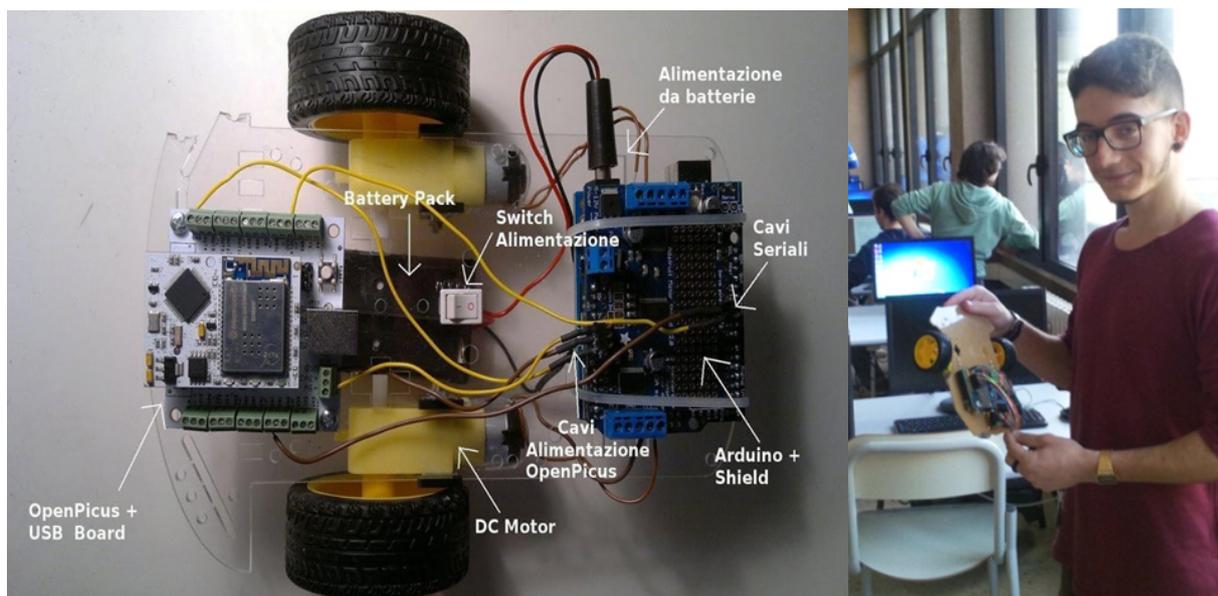


Figura 4.

Questi lavori, l'entusiasmo con cui li hanno realizzati sta innescando un processo virale; in questo anno alcuni di loro stanno preparando una mano robotica controllata a distanza, un programma che effettui il riconoscimento facciale, un'applicazione per la gestione e l'ottimizzazione dei consumi energetici, un'applicazione per smartphone per la gestione dei prestiti della biblioteca, installando e personalizzando un CMS per la gestione e la pubblicazione dei curricula personali, un altro lavoro prevede una ricerca sui comandi vocali del sistema operativo Android confrontandone le prestazioni con quelli dei sistemi operativi IOS.



Figura 5. La mano robotica



Figura 6. Gruppi di studenti che lavorano ad un progetto comune

Il lavoro dell'insegnante

Se il mio compito all'inizio era quello di proporre alcune idee da realizzare, ora si è trasformato in un impegno rivolto al reperimento, collegamento e coordinamento delle risorse professionali; mettere in dialogo le diverse competenze fornite dai docenti e tecnici del nostro istituto informatica, meccanica, elettronica, automatica per la ricerca di studenti motivati per poterli far lavorare in gruppo.



Figura 7. Altri studenti per altri progetti

Ultimamente sto girando per i corridoi come un cavaliere errante, modello don Chisciotte, proponendo a diversi studenti idee per possibili lavori da realizzare in gruppo, ma la cosa più piacevole è che anche qualche studente ci viene a cercare per proporre idee talmente improponibili che non si possono neanche riportare, idee multidisciplinari, multaziendali, pluriannuali ma questa è tutta un'altra storia. L'osservazione più bella e gratificante mi è stata fatta ieri, quando mi sono sentito dire: "ogni volta che parli di loro ti brillano gli occhi!"

Bibliografia

- Anzai, Y. & Simon, H. A. (1979). The theory of learning by doing. *Psychological Review*, 86 (2), 124-140.
- Cardellini, L. & Felder, R. M. (1999). L'apprendimento cooperativo. Un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti. *La Chimica nella Scuola*, 21 (1), 18-25.
- Felder, R. M. & Brent, R. (2003). Learning by doing. *Chemical Engineering Education*, 37 (4), 282-283.

Studio sulle proprietà antiossidanti del tè verde utilizzando la reazione di Briggs-Rauscher*

Rocco Lombardo

Liceo Scientifico Statale "Galileo Galilei" Via Allende Gossens – Ancona
e-mail: lombardo.rocco@liceogalileiancona.it

Introduzione

In questa breve ricerca abbiamo voluto indagare sulle proprietà del tè verde. Questa bevanda è conosciuta dai cinesi da più di 5000 anni e si ottiene dall'infusione delle foglie di una pianta, la *Camellia sinensis*. Essa contiene, oltre a numerose altre sostanze farmacologicamente attive, anche dei polifenoli tra cui il gallato di epigallocatechina (EGCG) (Figura 1)

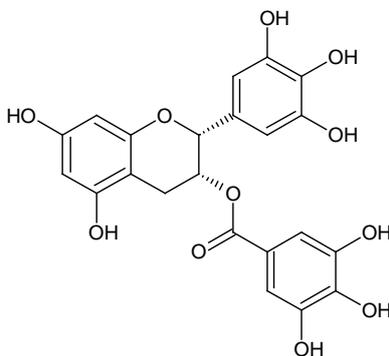


Figura 1. Formula chimica del gallato di epigallocatechina

Di questa sostanza sono state riportate numerose evidenze sperimentali sulle proprietà antitumorali (Du et al. 2012), antibatteriche (Nakayama et al. 2015) e antiossidanti (Zhao et al. 2014). Proprio queste ultime sono state l'oggetto della nostra ricerca. Per studiare questo aspetto abbiamo utilizzato la reazione oscillante di Briggs-Rauscher: essa implica anche un meccanismo di tipo radicalico. L'introduzione in questo sistema chimico di una sostanza antiossidante, attiva contro i radicali, inibisce parzialmente la reazione. La semplice misurazione dei tempi di inibizione con un cronometro permette di metterli in relazione con le soluzioni a concentrazione crescente di infuso, senza dover utilizzare apparecchiature costose e complesse.

Aspetti teorici

La reazione utilizzata da noi è stata proposta nel 1973 da due insegnanti californiani, Thomas Briggs e Warren Rauscher. Essa implica all'inizio la formazione di una soluzione incolore, che successivamente vira ad un colore giallo ambra (Figura 2) per poi diventare blu scuro (Figura 3) e poi di nuovo incolore. Questo processo dura alcuni minuti, con oscillazioni che si fanno via via più ravvicinate.

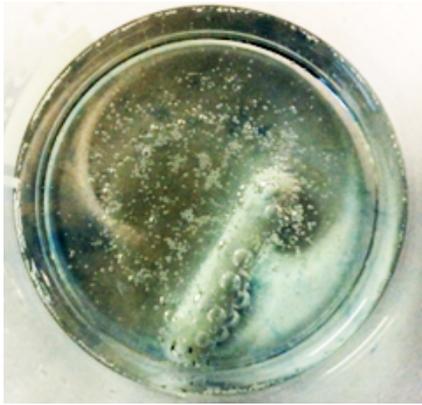


Figura 2. La soluzione incolore vira ad un colore giallo ambra ...

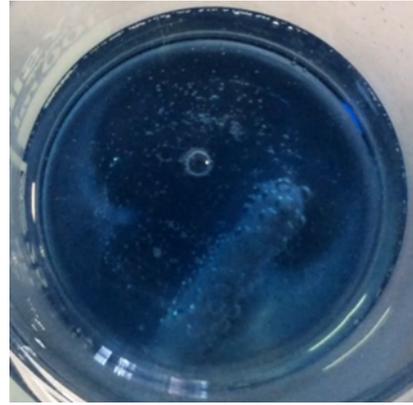
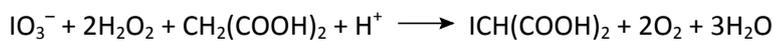


Figura 3. ... per poi diventare blu scuro

Il meccanismo è molto complesso e per il livello del corso di studi in cui è stato proposto, ci è sufficiente sapere che esso prevede anche la formazione di radicali liberi. Qui di seguito viene indicata solo la reazione complessiva:



Gli intermedi di reazione che ci interessano sono:

- Lo ione ioduro e lo iodio molecolare; insieme formano lo ione triioduro I_3^- , che si lega con l'amilosio dell'amido per formare un composto dal colore blu intenso;
- il radicale idroperossile $\text{HOO}\cdot$, che viene bloccato dagli antiossidanti naturali del tè.

La metodica impiegata è già stata utilizzata per testare le proprietà antiossidanti della farina di soia^[5]. Nel nostro caso prevede l'aggiunta dell'infuso diluito subito dopo la comparsa, per la seconda volta, del colore blu. Gli antiossidanti inibiscono la formazione di radicali per un tempo proporzionale alla loro concentrazione nell'infuso; una volta che gli antiossidanti sono stati consumati, i radicali in eccesso determinano la prosecuzione delle oscillazioni.

Preparazione dei reagenti

Amido solubile: 3 g in 0,1 L

La massa effettiva misurata è stata 3,012 g

Soluzione 0,077 M di H_2SO_4 (Acido solforico) in 0,25 L (PM = 98,086 g/mol; d = 1,840 g/ml; 97% m/m)

Poniamo il volume a un litro $\Rightarrow 1,840 \times 1000 = 1840$ g

Il 97% è $\text{H}_2\text{SO}_4 \Rightarrow (1840 \cdot 97) / 100 = 1784,8$ g che sono $1784,8 / 98,086 = 18,19$ mol

La molarità perciò è 18,19 M

Applichiamo la relazione: $C \cdot V = C_1 \cdot V_1$

$18,19 \cdot x = 0,077 \cdot 0,250 \Rightarrow x = 0,001$ L (volume dell'acido concentrato prelevato)

Soluzione acida 0,2 M di KIO_3 (Iodato di potassio; MM = 214 g/mol). Abbiamo preparato una soluzione con un volume finale di 0,25 L, utilizzando una soluzione di acido solforico 0,077 M come solvente. È stato necessario riscaldare per portare in soluzione il sale. La massa effettiva misurata è stata di 10,710 g.

Soluzione 0,3 M di $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$ (acido malonico; MM = 104,06 g/mol) in 0,1 L

$0,3 = x / 0,1 \Rightarrow x = 0,03$ mol

$m \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4 = 0,03 \cdot 104,06 = 3,14$ g

La massa effettiva pesata è $m = 3,140$ g

Soluzione 0,04 M di Mn^{2+} (catalizzatore)

Si utilizzano 0,135 g di $MnSO_4 \cdot H_2O$ in 0,02 L, i matracci utilizzati sono però da 0,1 L quindi moltiplichiamo i grammi di $MnSO_4 \cdot H_2O$ per 5 $\Rightarrow m = 0,135 \cdot 5 = 0,675$ g

La massa effettiva pesata è $m = 0,675$ g

L'infusione madre di tè è stata ottenuta da 4 g di tè in 300 mL di acqua bollente. Tempo di infusione: 5 minuti. Di questa soluzione sono state ricavate 5 diluizioni, con concentrazioni rispettivamente di 1:100, 2:100, 3:100, 4:100 e 5:100. In un becher da 100 mL si mettono in sequenza le soluzioni di :

1	Amido	1 mL
2	Acqua distillata	2 mL
3	Perossido di idrogeno 30%	10 mL
4	Acido malonico	5 mL
5	Iodato di potassio	10 mL
6	Solfato di manganese	2 mL
7	Acqua distillata o infusione diluita (da aggiungere dopo che la soluzione si colora di blu per la seconda volta)	1 mL

Nella prova in bianco il tempo passato tra la seconda oscillazione blu e la terza è stato di 12,12 s. Per omogeneità di condizioni è stato utilizzato un agitatore magnetico con ancorotta.

Dati raccolti

Diluizione infuso madre (unità arbitrarie)	Tempo (in secondi)
0,01	134
0,02	184
0,03	304
0,04	431
0,05	557

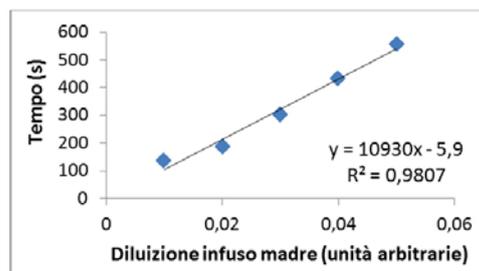


Figura 4. Elaborazione dei dati raccolti

L'analisi dei dati mostra una dipendenza lineare tra l'aumento di concentrazione degli antiossidanti e il tempo di inibizione del meccanismo radicalico.

Note

* A questo esperimento hanno partecipato gli studenti Sebastian Cervelli, Nicolò Chiuconni, Filippo Micucci

Bibliografia

Briggs, T. S. & Warren C. Rauscher, W. C. (1973). An oscillating iodine clock. *Journal of Chemical Education*, 50 (7), 496. DOI: 10.1021/ed050p496.

- Du, G.-J., Zhang, Z., Wen, X.-D., Yu, C., Calway, T., Yuan, C.-S., & Wang, C.-Z. (2012). Epigallocatechin Gallate (EGCG) Is the Most Effective Cancer Chemopreventive Polyphenol in Green Tea. *Nutrients*, 4 (11), 1679-1691. DOI: 10.3390/nu4111679.
- Nakayama M, Shimatani K, Ozawa T, Shigemune N, Tomiyama D, Yui K, Katsuki M, Ikeda K, Nonaka A, Miyamoto T. (2015). Mechanism for the antibacterial action of epigallocatechin gallate (EGCg) on *Bacillus subtilis*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 79 (5), 845-854. DOI: 10.1080/09168451.2014.993356. PubMed PMID: 25559894.
- Zhao C, Li C, Liu S, Yang L. (2014). The galloyl catechins contributing to main antioxidant capacity of tea made from *Camellia sinensis* in China. *The Scientific World Journal*, Article ID 863984, 11 pages. DOI: 10.1155/2014/863984. Online at: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/863984>.
- Höner, K., Cervellati, R. (2000). La visualizzazione dell'effetto di sostanze sottrattrici di radicali liberi sulla reazione di Briggs – Rauscher. *La Chimica nella Scuola*, 22 (2), 44-47.

Adottiamo una diga. Quando un progetto diventa realtà

Marina Venturi

Liceo Scientifico "G. Galilei", Perugia

e-mail: marina.venturi@gmail.com

Introduzione

Tutto è iniziato da una conferenza sull'energia legata al progetto dell'ENEL "Energia in gioco" svoltasi nel liceo scientifico in cui insegno. Ciò che colpì i miei alunni e me fu l'apprendere che un'energia pulita come quella idroelettrica avesse raggiunto, in Italia, il suo potenziale tecnico massimo. Lo sfruttamento della forza dell'acqua è un mezzo sicuro, pulito e consolidato di produrre energia: non si hanno effetti alteranti del clima o dell'atmosfera indotti dalle emissioni prodotte dalla combustione di carbone e petrolio e dalle radiazioni. Ci domandammo così: "Non si può fare altro?", "Non ci sono altre possibilità?".

Iniziosi, quindi, un lavoro di ricerca e scoprimmo che per sfruttare anche i "più piccoli" salti del corso dei fiumi si stava sviluppando una nuova tecnologia legata alle micro dighe già utilizzata, per esempio, lungo il fiume Tevere presso la località di Ponte San Giovanni nelle vicinanze di Perugia. Ecco l'idea: trovare un posto lungo il Tevere dove progettare una micro diga per produrre energia elettrica. Studiando la storia del fiume Tevere scoprimmo che nei pressi di Pretola (Figura 1), frazione di Perugia, è presente una Torre che racchiude un antico mulino in disuso in prossimità di una vecchia chiusa. Trovato il posto, non rimaneva altro che iniziare a progettare. Prima di tutto ci documentammo sul funzionamento delle micro dighe che permettono l'impiego della risorsa idroelettrica, su scala minore interessando realtà più piccole utilizzando salti d'acqua sugli acquedotti o piccole turbine (da pochi kW a poche decine di kW) la cui energia prodotta serve, in genere, per realtà locali. Poi cercammo la serie storica delle portate del fiume Tevere e infine rielaborammo i dati per calcolare quanta energia elettrica avremmo avuto a disposizione.



Figura 1. La Torre nei pressi di Pretola (PG)

Funzionamento di un impianto idroelettrico

Le centrali idroelettriche trasformano la variazione di energia potenziale della massa d'acqua tra due dislivelli, ossia il salto tra il pelo libero a monte e quello a valle, in energia meccanica: l'acqua mette in moto rotatorio le turbine la cui energia meccanica può essere utilizzata per compiere lavoro, per esempio collegando l'asse della turbina ad un mulino, oppure per produrre energia elettrica, collegando l'asse della turbina con un alternatore. Un impianto idroelettrico è costituito da componenti civili ed idrauliche (opere di presa, di convogliamento e di restituzione, centralina) e da componenti elettromeccaniche (turbina, alternatore, quadri elettrici, sistemi di comando).

L'acqua viene opportunamente derivata tramite le opere di presa e convogliata, attraverso canali o condotte, alla vasca di carico dove determina il pelo libero superiore necessario al calcolo del salto utile alla centrale. Da questo punto, per mezzo di condotte forzate, l'acqua viene portata alle turbine e nel passaggio attraverso gli organi mobili (giranti) ne determina la rotazione. L'albero della girante in rotazione è collegato ad un generatore di elettricità (alternatore); l'acqua in uscita dalla turbina viene rilasciata, per mezzo delle opere di restituzione, nel suo alveo originario ad un livello che determina il pelo libero inferiore. Più nel dettaglio, partendo dall'alto, cioè dal livello superiore, un impianto idroelettrico è costituito dalla seguenti componenti:

- un serbatoio d'acqua ad alta quota;
- una condotta per portare l'acqua fino al livello della turbina (condotta forzata);
- organi di intercettazione (paratoie, valvole, ecc.) sia superiormente che inferiormente alla condotta;
- organi di regolazione, per graduare la quantità d'acqua e, quindi, la potenza di funzionamento dell'impianto;
- edificio di centrale contenente le opere elettromeccaniche: gruppo turbina-alternatore, trasformatore,
- contatori, quadri elettrici e sistemi di controllo;
- opere di restituzione delle acque nel corso d'acqua principale.

Le micro-hydro

Gli impianti di piccola taglia (cosiddetti micro-hydro) possono trovare applicazione in tutte quelle situazioni in cui la disponibilità della portata d'acqua è limitata e/o il salto è di pochi metri. In simili circostanze l'introduzione di sistemi di utilizzo delle acque risulta di impatto limitato senza modificare l'uso prevalente del corso d'acqua. Il pregio principale di questa tipologia di impianto è l'utilizzo della risorsa idrica a livello locale. I vantaggi dei micro-impianti sono anche legati alla limitata risorsa necessaria per la produzione di energia elettrica, ed alla loro struttura compatta. Inoltre:

- La risorsa idrica è una fonte di energia sicura in quanto inesauribile e disponibile sul territorio italiano in modo capillare.
- La risorsa idrica è dotata di una elevata energia specifica. L'acqua ad esempio è 800 volte più densa dell'aria: la spinta che esercita sulle pale di una girante è notevolmente maggiore rispetto a quella esercitata dal vento.
- L'idroelettrico gode di una comprovata tecnologia. Lo sfruttamento delle acque, prima per produzione puramente di forza meccanica, e, a partire dal secolo scorso, anche a fini idroelettrici, è di antica data. Una simile conoscenza della risorsa ha permesso di raggiungere un buon grado di sviluppo tecnologico e costi di installazione contenuti.

- L'idroelettrico spesso facilita la regionalizzazione della produzione. Nelle applicazioni di piccola-media taglia rappresenta una forma di generazione distribuita che consente di produrre energia vicino alle utenze.
- Le applicazioni micro-hydro sono a bassissimo impatto ambientale. Gli impianti di piccola taglia sono poco ingombranti e visibili, spesso integrati a sistemi idrici preesistenti e conseguentemente di grande valenza in termini di sostenibilità della generazione elettrica.
- I benefici dal punto di vista ambientale sono notevoli: servizio a zone altrimenti isolate o raggiungibili mediante opere di maggiore impatto, contributo alla diversificazione delle fonti, riduzione della dipendenza energetica da fonti convenzionali della zona in cui si installa l'impianto ed, infine, zero emissioni di gas serra e sostanze inquinanti.

Il nostro progetto

Realizzazione di un impianto idroelettrico mini – idraulico, ossia di potenza inferiore a 10 MW, presso la Torre di Pretola dove in passato sorgeva la chiusa (TV 0771 del fiume Tevere). Le caratteristiche del "nostro" impianto sono:

- a deflusso regolato, cioè è un impianto che prevede un bacino di invaso per la raccolta delle acque vista la portata, in questa zona, molto irregolare del fiume Tevere durante il corso dell'anno;
- direttamente sul corso d'acqua;
- utilizzo di micro-turbine.

Il progetto ha partecipato al concorso "Energia in gioco-2006/07".



Figura 2. Tavola planimetrica del fiume Tevere nei pressi di Pretola (PG)

Come abbiamo lavorato

Innanzitutto abbiamo analizzato i dati raccolti nel sito <http://sia.umbriaterritorio.it/annali> relativi ai valori mensili delle portate del fiume Tevere (anni di riferimento: dal 1990 al 2001). Da questi siamo risaliti alla media annua per ogni singolo anno. Successivamente abbiamo ordinato in maniera decrescente le medie mensili per costruire la curva delle portate annue. Così facendo abbiamo stabilito la portata da

destinare alla turbina e quella da restituire al fiume affinché questo rimanga *vivo* e mantenga una continuità tale da sostenere flora e fauna oltre a garantire la quantità d'acqua necessaria a valle per usi civili, irrigui, industriali, ... (v. come es. Tabella 1, anno 1991) Organizzando poi tali dati in un grafico dove si confrontano la curva di andamento della portata media annua e quella di ogni singolo mese (per semplificare non abbiamo lavorato con la portata giornaliera), abbiamo individuato i periodi in cui vi è stata dell'acqua in eccesso e quelli in cui vi è stata una mancanza rispetto alla media, ossia i periodi in cui si può prelevare dell'acqua senza arrecare danni e quelli in cui bisogna restituire al corso. (v. come es. il grafico relativo al 1991: Figura 3)

1991	
Mese	Media mensile (m ³ /s)
Mag	87,4
Nov	85,5
Feb	60
Apr	29,6
Giu	21,6
Mar	18
Lug	12
Gen	10,7
Dic	5,9
Ott	1,7
Ago	1,6
Set	1,5
M. annua	28,0

Tabella 1. Media mensile

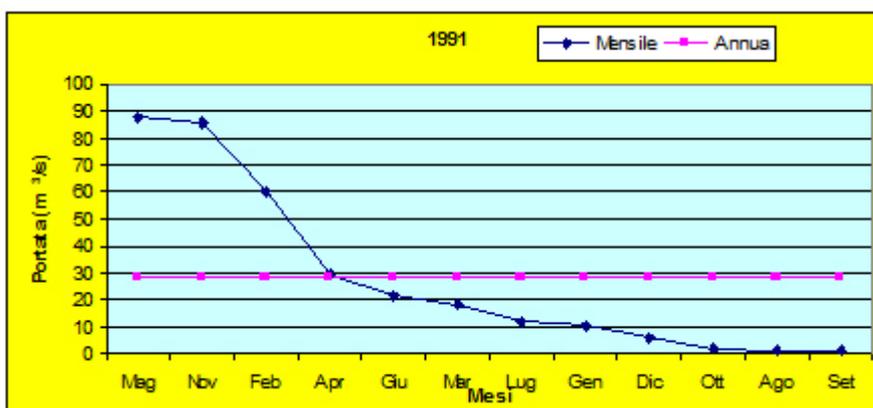


Figura 3. Media mensile e annuale

In mancanza di rilievi planoaltimetrici di dettaglio inerenti la porzione di bacino in oggetto, si è ipotizzato (come dato assolutamente teorico in quanto nessuna considerazione sulla capacità di invaso poteva essere a priori formulata) di poter comunque invasare tutta l'acqua dei periodi di massima portata e di poter lavorare in condizioni ideali, ossia senza dispersioni dovute a evaporazione, assorbimento del terreno ... Come alunni di un liceo scientifico non disponiamo di mezzi e competenze necessari per i calcoli geologici e topografici: i nostri risultati si sono basano quindi, oltre che su dati certi, su ipotesi di lavoro.

Dopo aver calcolato il volume dell'acqua disponibile nell'anno, abbiamo ipotizzato di poter inviare alla turbina diverse quantità di metri cubi di acqua con relative percentuali di rilascio, onde garantire al fiume la portata minima per la sua sopravvivenza. Per verificare l'applicabilità di tali valori abbiamo sottratto al volume totale sia la quantità di acqua data alla turbina sia quella rilasciata (valori opportunamente trasformati in m³ in precedenza); una volta svolto tale calcolo, ne abbiamo analizzato il risultato: se il valore ottenuto è positivo il fiume ha acqua disponibile da poter riutilizzare, se il valore è negativo significa che il fiume è stato prosciugato e quindi la centrale, sotto quelle ipotesi, non può lavorare. Questa situazione si sarebbe verificata nel 1990, anno di grande siccità (vedi come es. la Tabella 2 relativa al 1991).

a=volume annuo (m ³)	Q turbina (m ³ /s)	t=turbina (m ³)	Q rilascio (m ³ /s)	r=rilascio (m ³)	t+r (m ³)	a-(t+r) (m ³)
869.616.000	22	684.288.000	5	155.520.000	839.808.000	29.808.000
869.616.000	20	622.080.000	7	217.728.000	839.808.000	29.808.000
869.616.000	19	590.976.000	8	248.832.000	839.808.000	29.808.000
869.616.000	19	590.976.000	10	311.040.000	902.016.000	-32.400.000

Tabella 2. Bilancio annuo dell'acqua disponibile, dell'acqua alla turbina e dell'acqua rilasciata

Quindi per proseguire abbiamo mantenuto come ipotesi i valori che hanno dato un valore positivo (in verde nella Tabella 2). Per il calcolo pratico della potenza sarebbero stati necessari rilievi topografici, ma, per mancanza di mezzi, come già detto sopra, ci siamo limitati a stabilire un salto ipotetico di 5 m con una condotta di sviluppo pari a circa 1000 m (valutato approssimativamente dalle cartografie IGM e CTR nei pressi della rapida dopo il ponte di Pontevalleceppi) su cui basare i nostri calcoli. La potenza ottenibile da una turbina idraulica è espressa dalla seguente equazione:

$$P = \mu g Q h$$

dove:

P = potenza espressa in kW

μ = rendimento globale dell'impianto, ossia la percentuale di potenza che può essere effettivamente ottenuta rispetto al potenziale tecnico, per tener conto delle inevitabili perdite di trasformazione ($0,5 \leq \mu \leq 0,7$)

g = accelerazione di gravità espressa in m/s^2 (pari a $9,8 m/s^2$)

Q = portata d'acqua espressa in m^3/s

h = salto o dislivello espresso in metri

Il calcolo della potenza ipotetica è stato fatto adottando quei valori della portata dai quali, nella tabella precedente, si era ottenuto un valore positivo. Inoltre abbiamo trovato sia la potenza minima sia quella massima, utilizzando rispettivamente il μ minimo (0,5) e il μ massimo (0,7), in modo da avere dei limiti entro cui essa potrà variare. Per avere poi l'energia prodotta in un certo tempo, è bastato moltiplicare la potenza per quell'intervallo di tempo (trasformando tutto in funzione delle ore); i valori più utili da conoscere sono senz'altro l'energia prodotta in un'ora e quella prodotta in un anno (vedi come es. la Tabella 3 per il 1991).

Salto=h=5m		P=Potenza utile		L=energia in 1 ora		L=energia annua		Famiglie min	Famiglie max
Q=Port. Utiliz. (m^3/s)	$P_{max}=\mu_{max}Qgh$ (kw)	$P_{min}=\mu_{min}Qgh$ (kw)	$L_{min}=P_{min}t$ (kwh)	$L_{max}=P_{max}t$ (kwh)	$L_{min}=P_{min}t$ (kwh)	$L_{max}=P_{max}t$ (kwh)	$L_{min}=P_{min}t$ (kwh)		
19	466	652	466	651,7	4.077.780	5.708.892		155	217
20	490	686	490	686	4.292.400	6.009.360		163	229
21	515	720	515	720	4.507.020	6.309.828		172	240
22	539	755	539	755	4.721.640	6.610.296		180	252

Tabella 3. Calcolo della potenza ipotetica ipotizzando un salto di 5 m

Infine, in base ai dati, abbiamo calcolato il numero di famiglie che potranno usufruire di questa energia facendo il rapporto fra la potenza utile e l'energia di cui ha bisogno una famiglia; tale calcolo è stato fatto ipotizzando che ogni famiglia utilizzi mediamente 3 kW, ma, visto che è del tutto improbabile che tutte le famiglie facciano ricorso contemporaneamente e costantemente a tutti i 3 kW disponibili, il numero di famiglie sia massimo che minimo sarà sicuramente maggiore ai valori ottenuti. Considerando un fattore di contemporaneità del 60% il numero di famiglie che può utilizzare l'energia prodotta dalla "nostra" diga, aumenta notevolmente. Per concludere, sintetizzando i risultati del periodo considerato, la "nostra" diga può fornire energia per la frazione di Pretola lavorando con una portata media di 15-16 m^3/s salvo anni di particolare siccità che nel periodo analizzato è risultato essere solo il 1990 (Tabella 4).

a=volume annuo (m ³)	Q turbina (m ³ /s)	t=turbina (m ³)	Q rilascio (m ³ /s)	r=rilascio (m ³)	t+r (m ³)	a-(t+r) (m ³)
203.990.400	4	124.416.000	2	62.208.000	186.624.000	17.366.400
199.584.000	4	124.416.000	3	93.312.000	217.728.000	-18.144.000
Diga non utilizzabile						

Tabella 4. La centrale idroelettrica può fornire energia sufficiente, salvo in anni di particolare siccità

L'evoluzione del progetto

Il lavoro svolto nel lontano 2006/07 dalla classe 4F del liceo "G. Galilei" di Perugia ha di fatto percorso i tempi. Infatti, seguendo l'idea di alcuni tecnici del Comune di Perugia, in data 9/11/2011 la Giunta Comunale ha deliberato i lavori di recupero della Torre di Pretola con la concessione di derivazione di acqua per uso idroelettrico. Certo il progetto sviluppato dagli Uffici Tecnici del Comune di Perugia è ovviamente più complesso ed articolato basandosi su studi e rilievi di maggiore dettaglio contrariamente a noi che, per ovvii motivi, abbiamo impostato il lavoro su ipotesi e condizioni al contorno di larga massima. Comunque, confrontando il salto da noi ipotizzato in 5 m con quello degli ingegneri comunali pari a 4 m si percepisce maggiormente la fattibilità dell'opera che prevede una producibilità di 1,6 milioni di chilowattora all'anno.

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA COMUNALE n. 455 del 09.11.2011 Pagina volume N. Ver. 9.3



COMUNE DI PERUGIA
DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA COMUNALE
N. 455 DEL 09.11.2011

PROT. n. [] del []
Codice Archiv.ne [] [] []
Documenti non allegati [] (in apposito registro)
Allegati **VARI** (in apposito registro)

OGGETTO:
LAVORI RECUPERO FUNZIONALE DELLA TORRE DI PRETOLA E DELL'ANNESSO MULINO - APPROVAZIONE STUDIO DI FATTIBILITA'

L'anno DUEMILAUNDICI il giorno NOVE del mese di NOVEMBRE, presso il Castello di Montelone, convocata nelle forme e nei termini di legge, si è riunita la Giunta Comunale alla quale risultano:

		Pres.	Ass.			Pres.	Ass.
BOCCALI WLADIMIRO	Sindaco	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6 LIBERATI ILIO	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1 ARCUDI NILO	V.Sindaco	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7 LOMURNO GIUSEPPE	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2 CARDINALI VALERIA	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 MERCATI LINA	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3 CERNICCHI ANDREA	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	9 PESARESI LORENA	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4 CICCONE ROBERTO	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10 TARANTINI GIOVANNI	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5 FERRANTI MONIA	Assessore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				

Figura 4. Delibera del Comune di Perugia per il recupero della Torre di Pretola

Osservazioni conclusive

Portare avanti un progetto di questa fattispecie richiede molto tempo e molte energie da parte degli alunni e all'insegnante anche perché, nel contempo, deve comunque essere completato il programma curricolare. Un lavoro come quello presentato, però, approfondisce un tema importantissimo come quello dell'energia e permette agli alunni di mettere in pratica conoscenze che sarebbero altrimenti rimaste puramente teoriche: ragazzi di diciassette anni hanno "toccato con mano" ciò che per un lungo tempo hanno studiato dando contemporaneamente spazio anche la loro creatività.

Bibliografia

Sullo, B. (2009). *The motivated student. unlocking the enthusiasm for learning*. Alexandria, VA: ASCD.

Un cantiere chiamato PROFILES

Lucia Caporali

Liceo Classico "F. Stelluti", Fabriano, AN

e-mail: stprnd@aliceposta.it

Introduzione

La partecipazione al "cantiere aperto" offerto dal progetto "PROFILES" è stata una esperienza unica, entusiasmante e ricca di stimoli, sicuramente da proseguire. Come in ogni cantiere ci sono tanti attrezzi da maneggiare, tante impalcature da scalare, tante idee da concretizzare, tanto lavoro da eseguire. Entrare in questo cantiere ha contribuito a modificare la prospettiva con cui affrontare la mia attività di insegnamento. Il blocco di granito, solido e stabile, che costituiva le mie convinzioni in merito all'attività didattica, ha cominciato a sgretolarsi un po'; il confronto, la riflessione, la progettazione, e giorno dopo giorno il blocco si è raffinato, si è strutturato, ha assunto connotati flessibili, arricchendosi di nuovi particolari. La prima riflessione che il PROFILES mi ha sollecitato a fare è stata in merito alla spinta motivazionale che spesso risulta carente, se non addirittura assente, nel lavoro degli studenti. L'insegnamento delle materie scientifiche, in modo particolare della matematica, infatti, si scontra spesso con una forte resistenza opposta dagli studenti. La matematica richiede fatica, sforzo, pazienza, tenacia, e per le generazioni "tutto presto-tutto subito" risulta troppo dispendiosa se non addirittura inutile. La prima fase, quindi, è stata quella di mostrare come la vita di tutti i giorni, le azioni quotidiane, anche le più banali, siano invece permeate di matematica! La mia ricerca si è dunque orientata verso la progettazione di semplici percorsi, volti a mostrare come situazioni reali di vita, anche di un adolescente, siano regolate, da ragionamenti di natura matematica. Una volta superata la resistenza, gli studenti poi partecipano al gioco con trasporto e creatività, fornendo spunti di arricchimento per tutti, insegnante compreso.

Dopo due anni di idee, tentativi e correttivi, in questo anno scolastico decido di utilizzare le esperienze fatte, in modo *sistematico*, adottandole come metodologia didattica per l'insegnamento della matematica in una classe prima di liceo linguistico. Non più quindi attività sporadiche con cui proporre saltuariamente qualcosa di diverso, ma la strutturazione di un percorso che attraversi tutta la programmazione del biennio di un liceo di natura umanistica. Ogni argomento viene affrontato con poche lezioni frontali, il minimo indispensabile per "indossare la tuta ed imparare a maneggiare gli attrezzi"; poi attività di gruppo volte a risolvere questioni assegnate, in cui è necessario, ma non sufficiente, utilizzare le conoscenze studiate; serve anche inventiva, creatività e piena padronanza dei mezzi che la matematica mette a disposizione. Successivamente si richiede la produzione di un report scritto, e una volta corretto, l'esposizione del lavoro svolto da parte di ciascun gruppo. In tal modo gli studenti diventano attori protagonisti di un percorso di scoperta, ideazione, rafforzamento che in gran parte genera un'acquisizione solida di competenze, non solo in ambito disciplinare. In sintesi si innesca una virtuosa reazione a catena che, alimentata dal carburante *curiosità*, genera prodotti di primaria importanza quali *interesse, impegno, lavoro consapevole*: in una parola **apprendimento significativo**.

Moduli per introdurre argomenti curricolare

Di seguito viene riportato l'elenco degli argomenti curricolari e le relative schede di lavoro, i cui titoli sono volutamente sui generis, allo scopo di accendere il fuoco della curiosità:

<i>Argomenti curricolari</i>	<i>Schede di lavoro</i>
Numeri, operazioni e potenze	Occhiali 3D
Insiemistica	On the Road
Monomi e polinomi	La settimana enigmistica
Statistica descrittiva	Aranciata e patatine
Geometria	Traccia la rotta
Disequazioni lineari	Sms e appuntamenti
Linguaggi matematici	Il pin di Giulio Cesare
Logica	Zoolandia
Sistemi lineari	Binari, scambi e coincidenze
Radicali	Happy hour

Il monitoraggio eseguito sugli esiti delle prove di verifica effettuate al termine di ogni modulo, risulta decisamente incoraggiante: oltre l'80% degli studenti consegue risultati positivi (dalla sufficienza in su), con il 50% che si attesta su valori molto alti (8, 9, 10). Il lavoro in cantiere prosegue. L'auspicio è di sapersi districare sempre meglio nel forgiare menti flessibili, pronte ad imparare, magari con piacere, capaci di scelte consapevoli ed efficaci; l'avvertenza è di prestare attenzione a non farsi e a non fare male!!!

Esempi

A titolo esemplificativo si riporta la struttura di due moduli svolti in classe con attività laboratoriale, insieme alle relative fasi.

Modulo: calcolo algebrico, monomi e polinomi.

Scheda: la "settimana enigmistica" (in allegato).

Prerequisiti: conoscenze di base del calcolo algebrico, monomi e polinomi, prodotti notevoli.

La settimana enigmistica

Ideare giochi di natura enigmistica con contenuti relativi a monomi, polinomi, operazioni algebriche e prodotti notevoli. La scelta della tipologia dei giochi (cruciverba, rebus, indovinelli, reazioni a catena, parole nascoste, frasi crittografate, indizi per una parola, ecc.) è lasciata alla creatività dei componenti del gruppo.
Tempo assegnato: 3 h

Risultati

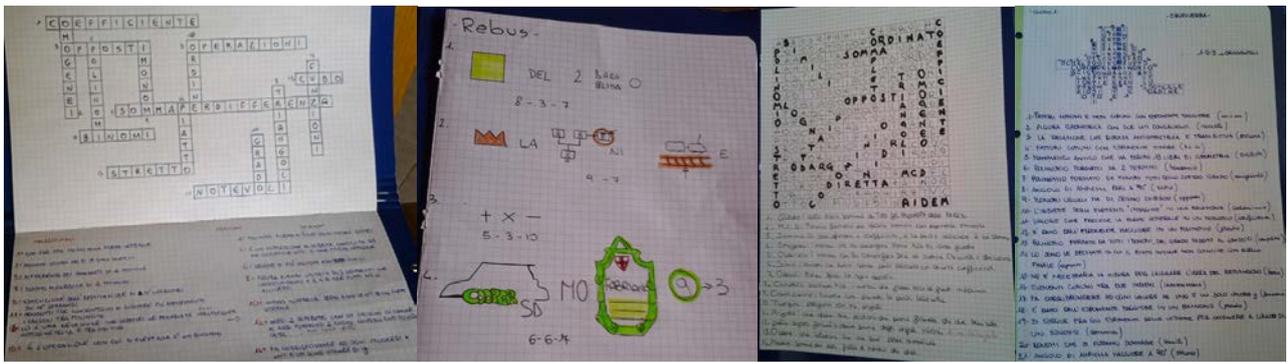


Figura 1. La creatività degli studenti all'opera

Modulo: statistica descrittiva.

Scheda: la "aranciata e patatine" (in allegato).

Prerequisiti: conoscenze di base della statistica descrittiva, indici di variabilità.

Aranciata e patatine: la statistica a tavola

Ricavare dalle tabelle nutrizionali dei prodotti assegnati, dati confrontabili in relazione al valore energetico di ciascuno, in KJ o in Kcal. Confrontare i contenuti dei vari componenti: proteine, carboidrati, zuccheri, grassi, ecc., utilizzando gli indici studiati (media, moda, mediana, deviazione standard). Organizzare i dati raccolti in grafici che rendano al meglio il significato dei valori ricavati. Ricercare le funzioni che svolgono i vari componenti nell'organismo umano. Ricercare cos'è il GDA, in modo particolare quali valori assume per un adolescente.

Risultati

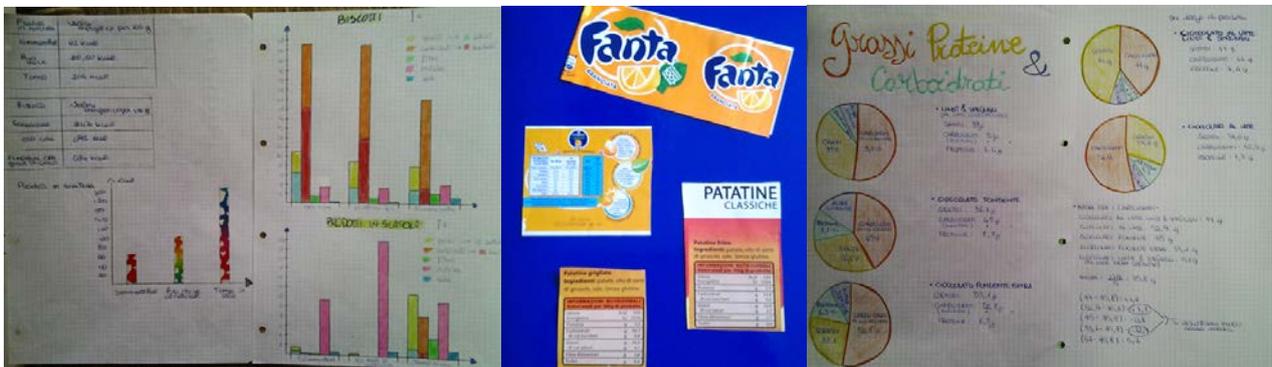


Figura 2. Lavoro degli studenti su cibi e bevande

Per ciascun modulo:

Materiale: carta, penna, tablet e/o lim (internet).

Metodologia: attività svolta con lavoro di gruppo.

Composizione: gruppi costituiti dall'insegnante, formati da tre studenti.

Gruppi eterogenei per conoscenze, abilità, impegno.

Tempo: 3 ore, pari al monte orario settimanale della disciplina.

Produzione: report scritto di vario genere (vedere allegati).

Esposizione orale del lavoro svolto da ciascun gruppo a tutta la classe.

Obiettivi:

- Superare eventuali difficoltà ed incertezze.
- Rafforzare i contenuti disciplinari utilizzati.
- Migliorare le capacità di analisi, scelta e giudizio.
- Imparare ad usare le conoscenze disciplinari in contesti diversi.
- Favorire l'attitudine a lavorare in gruppo.
- Arricchire le conoscenze anche con cenni storici e di attualità.
- Cogliere l'aspetto ludico dell'apprendimento: imparare divertendosi.

Un mattoncino sopra l'altro e si costruisce la casa del proprio sapere!

Bibliografia

Cardellini, L. & Felder, R. M. (1999). L'apprendimento cooperativo. Un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti. *La Chimica nella Scuola*, 21 (1), 18-25.

How Teacher Practice can Improve Students' Understanding of Science

Mansoor Niaz

Epistemology of Science Group
Department of Chemistry, Universidad de Oriente, Venezuela
e-mail: niazma@gmail.com

"Ancona

Introduction

In most parts of the world science is considered to be a difficult subject and students do not like how they are taught and consequently lose interest and at times even abandon their course of studies and look for alternatives. Various studies at the international level have explored how students learn science (for example, Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS). Such studies have also referred to the importance of teacher preparation with respect to formal training, such as undergraduate/postgraduate degree, teaching load and years of service as teachers. Although these are important factors, recent research has shown that teachers need to go beyond their formal training and consider issues, such as: What is science? How does it progress? How and why scientists do experiments? Do experiments provide data that automatically lead to the formulation of theories? Can two scientists having the same data provide different interpretations? Do different interpretations lead to controversies? How do scientists resolve these controversies? Do theories change (for example, from Newton to Einstein)? These questions constitute 'science in the making' and can form part of classroom discussions, which can motivate students to consider science as a 'human enterprise' (Niaz, 2012). If the students are convinced that scientific theories change and that a lot of work remains to be done, this can open a new window for the students leading to the selection of science as a career. In order to facilitate this perspective of the changing nature of science it is essential to provide students a historical perspective of scientific progress (Matthews, 2015).

Role of science textbooks

Textbooks are an important source of information (and sometimes the only source) for both students and teachers in many parts of the world. However, textbooks do not provide students with a glimpse of how science is done and why science keeps developing new theories all the time, and consequently we need the collaboration of new scientists who are our present day students, looking for new opportunities. Recent research published in major science education journals reveals that very few textbooks follow the historical perspective and thus deprive students of new, challenging and thought provoking environments (Niaz, 2014). The need to cultivate students' expectations of how they might contribute to future changes in scientific innovation has been recognized in the literature:

The key role of history here is characterizing the complexities of how science *changes*. So many science textbooks unhelpfully – and above all inaccurately – cultivate a rather static image of scientific disciplines, as if they were completed with comprehensive certainty. It is perhaps not difficult to understand how this gross oversimplification might arise as the result of a pedagogical need to ‘tidy up’ the presentation of science to meet the needs and capacities of students. But faced with the textbook spectacle of such an apparently unalterable monolith, is it any wonder that students can have difficulty conceiving how they might ever contribute to science? (Gooday, Lynch, Wilson & Barsky, 2008, p. 326, original italics).

Indeed, the crux of the issue is how to convince students that they can contribute towards the progress of future science. Interestingly, Kenneth G. Wilson, coauthor of this quotation is a Nobel Laureate in physics.

Role of science teachers

In order to incorporate history of science in the classroom we have designed various courses for science teachers. In these courses teachers are provided historical background of material that is already included in their curriculum and textbooks (for example the experiments of J.J. Thomson, E. Rutherford, R. Millikan and others that led to the formulation of the modern atomic structure). After participating in one of these courses a teacher responded in the following terms:

From the very beginning I would have liked to learn, ‘where did the scientific laws come from,’ that is, their historical context. This would have provided me a better perspective and even perhaps an incentive to become a research scientist. On the contrary, we were taught that scientists are geniuses and especially ‘equipped’ for doing science. Again, in our undergraduate methodology course we were asked to strictly follow the scientific method (Reproduced in Niaz, 2012, p. 145).

It is important to note the reference to ‘geniuses’ in this response as many students think that those who discover new ideas are very special scientists. This view ignores the historical perspective which shows that scientists are human beings who work very hard and do not give up a challenge when the odds are against them (Niaz, 2009). Again, the reference to the scientific method is important as many textbooks and even curricula inculcate the idea that scientists follow the scientific method which consists of a recipe like step-by-step procedure (for details about the scientific method, see Niaz, 2012). On the contrary, history of science shows that scientists do not follow well-defined preconceived series of steps, but rather are flexible, creative, open to various alternatives, and often speculate.

In another course based on a historical perspective one of the teachers responded in the following terms:

This semester in my 9th grade class, while teaching atomic structure, instead of including experimental details, I introduced some historical description of the controversy between J.J. Thomson and E. Rutherford. This was so motivating for the students that in the next experiment they wanted to know the origin of the experiments and if there were contradictions between the scientists and how they were resolved (Reproduced in Niaz, 2012, p. 162).

Indeed, this response clearly shows that the historical perspective can motivate students and thus facilitate a better understanding of what the scientist was trying to do. Furthermore, it shows that in order to facilitate students understanding and motivation, teachers will have to do their own ‘homework.’

Let us consider another example by considering Bohr's model of the atom and especially his four famous 'postulates' which are given prominence by most science textbooks and students generally memorize them. At this stage it is interesting to ask the following question: How did Bohr confirm the 'postulates' of his scientific theory? Did Bohr have the necessary empirical evidence to substantiate his 'postulates?' Even a cursory glance at the historical record will reveal that Bohr's 'postulates' were primarily speculative and based on presuppositions (Niaz, 2011). This also shows that Bohr did not follow the scientific method but rather used his ingenuity to solve the problem of the paradoxical stability of the Rutherford model of the atom. Furthermore, in order to understand the *changing* nature of atomic models, it is interesting to study how the Bohr model of the atom itself was superseded by Bohr-Sommerfeld model of the atom (Niaz & Cardellini, 2011).

Conclusion

The historical approach to teaching science is now recognized as an alternative to the traditional classroom and textbooks in almost all parts of the world. A major contribution of this approach is that students do not have to memorize science content but rather engage in 'scientific thinking' and go beyond simple experimental details. According to Cardellini (2013) learning science requires more than simple information, "... only personal care, encouragement, and self-esteem building can help them and get them interested in chemistry" (p. 1418).

References

- Cardellini, L. (2013). Deep thinking. What are lectures useful for. *Journal of Chemical Education*, 90, 1418.
- Gooday, G., Lynch, J.M., Wilson, K. G., & Barsky, C.K. (2008). Does science education need the history of science? *Isis*, 99, 322-330.
- Matthews, M.R. (2015). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science* (Revised edition). New York: Routledge.
- Niaz, M. (2009). *Critical appraisal of physical science as a human enterprise: Dynamics of scientific progress*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Niaz, M. (2011). *Innovating science teacher education: A history and philosophy of science perspective*. New York: Routledge.
- Niaz, M. (2012). *From 'science in the making' to understanding the nature of science: An overview for science educators*. New York: Routledge.
- Niaz, M. (2014). Science textbooks: The role of history and philosophy of science. In M.R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (Vol. II, pp. 1411-1441). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Niaz, M., & Cardellini, L. (2011). What can the Bohr-Sommerfeld model show students of chemistry in the 21st century. *Journal of Chemical Education*, 88, 240-243.

Melting Colours. Una esperienza di didattica integrata della chimica applicata, tra classi e corsi differenti

Sergio Palazzi

ISIS di Setificio "Paolo Carcano", Como
e-mail: sergio@kemia.it

Introduzione

La serie di esperienze cui si riferisce quest'intervento si è svolta principalmente durante l'anno scolastico 2011-2012. Talune attività sono state riprese e sviluppate negli anni successivi, e in particolare in quello attuale (2014-2015). Una indicazione di massima sui presupposti teorici era stata presentata ad ICCE-ECRICE, Roma 2012. Nate come una naturale integrazione delle attività curricolari, attraverso progressivi sviluppi ed accrescimenti ha comportato il coinvolgimento di gruppi-classe differenti in una didattica fortemente interconnessa tra teoria e pratica. L'opportunità iniziale del lavoro, ripreso poi in seguito, era che, nell'avvicendamento delle "cattedre" tipico della nostra scuola, insegnavo contemporaneamente sulle due classi quarte di perito chimico tintore, su quarta e quinta di perito tessile (entrambi corsi del vecchio ordinamento) e su una seconda chimica del nuovo ordinamento.

Alcune considerazioni generali sul substrato teorico-pratico del lavoro

Credo sia opportuna una premessa generale sulle caratteristiche del contesto, le cui specificità possono sfuggire a chi non ne abbia qualche esperienza diretta. Le discipline legate alla produzione e alla nobilitazione dei tessuti, nonché alla tecnologia del colore, in Italia vivono da sempre un quadro didattico abbastanza particolare. A fronte di un settore che per qualità, tradizione, innovazione e, in alcuni casi, anche volumi di produzione, costituisce ancora oggi uno dei perni di tutto il mondo manifatturiero italiano, la formazione scolastica è sempre stata limitata ad alcuni storici Istituti Tecnici, cresciuti per l'iniziativa dei singoli distretti produttivi, ed ha avuto scarsissima attenzione da parte del mondo accademico, almeno per quanto riguarda gli aspetti scientifici e tecnologici. I corsi di insegnamento curricolari che riguardano le classi coinvolte in questo lavoro, nella varietà degli ordinamenti, toccano settori quali:

- la produzione delle fibre, naturali, artificiali e sintetiche;
- le tecniche di allestimento dei filati e dei tessuti (in questo caso, la nostra tradizione locale si distingue per i tessuti operati di tipo serico su macchine *jacquard*, che gli studenti imparano a gestire sino ai più avanzati metodi di progettazione CAD);

- tintura, stampa e altri processi di *nobilizzazione tessile*, che comportano soprattutto trattamenti chimici ma anche trasformazioni di altro genere;
- la scienza del colore, con l'uso della spettrofotocolorimetria, sia per la progettazione automatica delle condizioni di tintura, sia per il controllo qualità nel senso più ampio.

Vale la pena di ricordare in breve anche le specifiche dei processi tintoriali. La tecnologia chimica della tintura impiega una sequenza di processi che, nei casi più comuni, prevedono la dissoluzione o dispersione di un colorante in un bagno acquoso, l'adsorbimento del colorante sulla fibra, la sua diffusione all'interno di questa (con o senza possibilità di migrazioni successive), ed una sua fissazione più o meno permanente, eventualmente con un post-trattamento stabilizzante. Metodi oggi meno diffusi prevedono la sintesi del materiale colorante direttamente nella fibra, a partire da precursori colorati o no, secondo una ampia serie di schemi di reazione. Tali metodi erano i più comuni fino ai primi del XX secolo e furono progressivamente abbandonati principalmente per il loro forte impatto ambientale e sanitario; sono talvolta riproposti a causa del rilancio sul mercato dei coloranti vegetali tradizionali.



Figura 1. Una chimica a colori tiene sveglia l'attenzione

In tutti i casi, i processi vengono pilotati intervenendo sulle condizioni chimico-fisiche del bagno, per garantire che il colorante sia distribuito e fissato a livello omogeneo, tanto dal punto di vista macroscopico quanto da quello microscopico. L'insieme di operazioni e di controlli che vengono affrontati è concettualmente tra i più complessi di tutte le tecnologie chimiche applicate. Si gioca sulla termodinamica e sulla cinetica del processo, sulle relazioni tra fasi omogenee ed eterogenee, intervenendo a seconda dei casi sul pH, sulla forza ionica, sulla tensione superficiale, sul potenziale redox del bagno; si variano i gradienti di temperatura ed a volte la pressione dei macchinari di trattamento.



Figura 2. Campioni di tintura per costruire un database, e apparecchi per la stampa

Tuttavia tali processi, che presentano una elevata complessità se si vogliono descrivere analiticamente, devono poter essere realizzati nel modo più semplice ed economico possibile. Nell'evoluzione storica ma anche nella pratica attuale vi sono ampi spazi di semplice empirismo: termini come "ricetta di tintura" e "cucina colori" hanno un valore semantico ben preciso e tutt'altro che metaforico. Gli operatori hanno spesso una qualificazione relativamente limitata e, nelle apparecchiature, i dispositivi di controllo e regolazione automatica sono piuttosto semplificati, rispetto agli standard di altri settori tecnologici. Va tenuto presente che il prodotto finito, per quanto abbia spesso un elevato valore aggiunto, si distingue nettamente da altri settori della produzione chimica ad alta specializzazione (dai processi biotecnologici a quelli farmaceutici, tanto per dare un'idea): sia per i volumi di produzione, sia per i costi riversati sul consumatore finale. Del resto l'elevata varietà delle lavorazioni pone dei limiti alla standardizzazione. D'altro canto, la scelta di tutte le materie prime e dei cicli di lavoro deve confrontarsi:

- con importanti esigenze di smaltimento dei reflui e dei residui;
- con le condizioni di salute e sicurezza sul lavoro, che nel passato – ma ancora oggi in molte aree del mondo – possono essere assai gravose;
- con le esigenze della clientela finale (a loro volta, oggettivamente basate su dati di prestazione, e/o indotte dalla moda e dal mercato, le cui indicazioni spesso esulano da ogni razionalità tecnologica);
- nonché, ovviamente, con i costi: che, inserendosi nel mercato globale, hanno comportato ciclicamente periodi di severa crisi da cui è stato possibile uscire solo con radicali innovazioni.

Spostandoci infine alla conduzione impiantistica delle diverse fasi, le lavorazioni possono essere svolte sulle fibre non ancora filate, o sul filato, sul tessuto, sul capo finito. Le metodologie di lavoro impiegano spesso trattamenti ad *esaurimento*, in cui tutta la merce viene a contatto con tutto il bagno per l'intero ciclo di lavorazione. Il processo è completamente discontinuo e caratterizzato da un rilevantissimo consumo di acqua e di energia, il che lascia ampi spazi per la ricerca applicata. In alternativa, si possono usare trattamenti ad *impregnazione* o a *deposizione localizzata* (il che, tra l'altro, riguarda l'importante settore della stampa); in questi casi la logica della produzione si sposta, o si alterna, verso cicli di lavoro semicontinui. Esaminandoli dal punto di vista della tecnologia ed impiantistica chimica industriale, si tratta in ogni caso di processi fortemente diversificati nel tempo, il più delle volte relativi a produzioni che non saranno ripetute in futuro, se non con molte varianti; richiedono quindi attenti e delicati controlli umani e strumentali.



Figura 3. Controlli strumentali e le abilità dei tecnici per realizzare la colorazione migliore

Ciò è vero in particolare per la realtà delle piccole produzioni di alto livello caratteristiche del settore comasco, ad elevata specializzazione e con forti componenti tecnologiche. In questo senso vi è ad esempio una radicale differenza rispetto ad un settore concettualmente affine come quello delle preparazioni alimentari, che ricerca generalmente una elevata standardizzazione. S'intende che molto di quanto sopra indicato si riferisce alle produzioni che associamo ai settori più familiari, come abbigliamento, arredamento ed affini: nell'universo parallelo dei *tessuti tecnici* molti punti vanno considerati in modo differente.

Un corso scolastico che punta alla formazione integrata di un tecnico del settore non può trascurare i collegamenti culturali interdisciplinari: in effetti, la storia dei materiali colorati, delle fibre e dei coloranti coincide praticamente con la storia della civiltà. Si è evoluta nei millenni con dinamiche economiche e sociali tra le più importanti per la globalizzazione dei commerci e dei contatti tra i popoli. A questo mondo sono altresì legate diverse pietre miliari sia teoriche sia tecnologiche della cultura chimica, e non solo di quella. Limitandoci all'ultimo secolo e mezzo, la produzione dei coloranti sintetici, spinta dalle esigenze del consumatore finale, è stata una delle chiavi di volta per lo studio della sintesi organica, sia di laboratorio sia industriale. Per spiegare le relazioni struttura colore, si è dovuta capire l'interazione luce-materia nella sua ripartizione quantistica. Gli schemi di reazione per la progettazione delle sostanze organiche, anche in retrosintesi, si sono sviluppati proprio per realizzare coloranti, già a partire dalla fine del diciannovesimo secolo. Le interazioni tra le diverse sostanze ed i diversi materiali coinvolti sono alla base di quella che attualmente chiamiamo chimica supramolecolare, e di fatto un approccio didattico di questo genere era già diffuso ben prima che il termine "supramolecolare" diventasse di uso comune. Una tale ricchezza e complessità di temi da far pensare che, come ho indicato in altre sedi, sarebbe virtualmente possibile costruire un intero curriculum scientifico, dalla prima superiore al primo o secondo anno di università, usando esclusivamente riferimenti a questo mondo.

Melting colours: una fusione di competenze

La logica di questo lavoro, ed in parte il suo punto di forza, non è quella di un "progetto": né nell'accezione burocratica scolastica, né in quella di uso comune. Anzi, si distingue per la peculiarità di *non* essere stato definito preventivamente, ma costruito ed adattato in corso d'opera (al punto che diverse azioni, interrotte ad un dato livello, possono essere riprese e sviluppate con altri soggetti, anche a distanza di anni). E, d'altro canto, non si distingue come qualcosa a sé, di separato o distaccato dal progetto curricolare, magari dedicandovi tempi esterni al normale orario ("ci tocca fare il programma, che noia: per fortuna poi possiamo dedicarci alle cose interessanti") ma esattamente come esempio didattico di tutti gli argomenti che caratterizzano l'ordinaria programmazione. Se è consentita una battuta: data la dinamica interna delle pur scarse remunerazioni per i lavori integrativi, una attività di questo genere ha richiesto al personale coinvolto parecchio lavoro che non ha comportato nessun onere aggiuntivo per il bilancio scolastico. Ovvero, in termini più chiari, esso non ha portato al benché minimo compenso integrativo per le persone che vi hanno lavorato.

Le esperienze proposte sono state percepite dagli studenti, ma anche da colleghi, come qualcosa di originale. A volte e da parte di qualcuno anche come straniante rispetto alle attese (il che, in una logica euristica, è tutt'altro che un fatto negativo). Credo sia importante che il singolo insegnante, i consigli di classe, l'istituto nel suo insieme, abbiano la libertà e la responsabilità di correggere in corso d'opera le proprie attività didattiche in base alle richieste, al livello di preparazione, alle caratteristiche anche umane delle singole classi, delle singole persone che ci si trova di fronte. La scelta dei termini linguistici della burocrazia, spesso presi a prestito da realtà di cui non si ha sufficiente esperienza (come quella aziendale-gestionale) non ci aiuta molto. Noi non "progettiamo la nostra produzione" utilizzando materiali standard, acquistabili sul mercato a fronte di un capitolato tecnico, ma viceversa incontrandoci con la singola realtà, i singoli bisogni educativi di singoli studenti che costituiscono classi ogni volta diverse. Credo che la sfida sia in questo caso saper inserire, su una traccia comune, tutte le varianti che realisticamente ci si possono presentare di fronte. Rinunciando a "ciò che si deve fare perché sta scritto", almeno se preso alla lettera, e puntando invece ad una esperienza che sia percepita dallo studente come nuova, originale, *propria*, capace di stimolarlo verso il suo futuro (auto)apprendimento a lungo termine.

Il punto di partenza per questo lavoro era venuto dalla classe quinta "tessitura", che tra le proprie metodologie di lavoro prevedeva l'allestimento di possibili *collezioni*: nelle quali è importante tanto la scelta di fibre e intrecci tessili, quanto quella dei colori e dei tipi di finitura. Per individuare una possibile *cartella colori*, gli studenti – come sempre – avevano lavorato con campioni ad acquarello su carta. Misurando strumentalmente il colore di quei campioni, avevo fatto notare come le tonalità proposte fossero in diversi casi di difficile riproduzione su tessuto. I coloranti ed i pigmenti usati per materiali pittorici o decorativi, o anche per le stampanti su carta fotografica, non devono confrontarsi con le problematiche

tecnologiche dei coloranti usati nella produzione tessile: prescindono dall'*affinità tintoriale* verso una data fibra e dalle *solidità* richieste al prodotto finito.

Alcuni studenti particolarmente validi di quella classe avevano proposto di approfondire l'argomento, organizzando, con un lavoro a gruppi, delle batterie di tinture realmente applicabili su filati di seta, sui quali è relativamente facile ottenere una tavolozza piuttosto ampia di colori anche molto intensi. Parallelamente, nelle due classi quarte dell'indirizzo chimico tintorio (oggi scomparso dopo la riforma) stavamo introducendo lo studio delle sostanze coloranti e della chimica-fisica tintoriale. Come esempi didattici, anziché seguire l'impostazione abituale avevo scelto di partire dalla tintura con coloranti dispersi su poliestere (PET). Avevo fatto ricostruire agli studenti ancora la stessa tavolozza dell'altra classe, ma usando le tecniche strumentali di riproduzione e controllo del colore. L'esame comparato dei materiali, svolto tra le tre classi, permetteva di osservare come, concretamente, lo spazio cromatico praticabile si riduce, partendo dal materiale pittorico per arrivare al poliestere. Per spiegarne le motivazioni, si giungeva ad introdurre gli aspetti chimico-fisici e operativi elencati più sopra.

Poco tempo dopo, la classe seconda del nuovo ordinamento doveva completare un percorso di gemellaggio con una classe alsaziana, nell'ambito di un progetto Comenius. In previsione della visita dei nostri ospiti ai laboratori dell'istituto (notevoli sia per le dotazioni, sia per gli spazi in cui è possibile muoversi) come attività da svolgere insieme era nata l'idea di far tingere ad ognuno un campione di tessuto jacquard. L'ordito bianco di PET e la trama bianca di viscosa generano un motivo che, a seguito della tintura combinata, può dar luogo ad un contrasto cromatico fra le due fibre. Con gli studenti avevamo studiato una "cartolina da Como", scegliendo immagini idonee per l'elaborazione fotografica a contrasto e proponendole per lo sviluppo agli studenti di un'ulteriore classe del corso tessitura. Grazie alla collaborazione di docenti esperti, si era passati da alcuni bozzetti ad un tessuto, realizzato sui nostri telai a controllo numerico.



Figura 4. La tintura dei tessuti suggerisce un apporto creativo

Nel giorno della visita, il laboratorio venne allestito come una specie di ristorante self service, nel quale ognuno degli ospiti aveva un campione di tessuto bianco e poteva scegliere la combinazione di coloranti da impiegare, facendosi servire i reagenti necessari dai nostri studenti-barman. Una volta avviate le apparecchiature di tintura automatiche, a fine giornata tutti avevano ricevuto il proprio souvenir nella variante da loro preparata. Per questa attività (l'unica esterna ai percorsi curricolari) la nostra DS dell'epoca, la preside Anna Cornaggia, aveva scelto il titolo "Melting Colours", che si riferiva agli scopi di integrazione del progetto Comenius. Di fatto, era diventato un titolo comune per tutte le attività di quel periodo. Ricostruendo il lavoro svolto con la seconda, le classi precedentemente citate si erano trovate a loro volta a riproporre e studiare le varianti cromatiche ottenute. Il notevole impatto visivo e la curiosità metodologica della tintura bicolore simultanea erano stati di stimolo per comprendere i meccanismi teorici della tintura. Con tale tecnica passarono alla produzione reale di piccole quantità di tessuti in seta e poliestere, creando le *campionature* della loro *collezione* presentata come lavoro di fine d'anno. Si era così

svolto un percorso integrato, fortemente improntato ad una didattica ricorsiva, che aveva posto in relazione attività abitualmente quasi scollegate fra loro.

Un aspetto non irrilevante è che queste lavorazioni hanno tempi piuttosto lunghi. Diventa importante la disponibilità degli studenti a completare alcune sessioni di lavoro trattenendosi, o tornando a scuola, al di fuori dell'orario didattico ordinario. In alternativa, la suddivisione tra diversi gruppi-classe valorizza la corresponsabilità nell'ottenere un risultato concreto e comune. Il frequente confronto tra il lavoro degli studenti delle diverse classi aveva permesso almeno embrionalmente una didattica peer-learning, in cui le rispettive aree di specializzazione venivano a scambiarsi i relativi approfondimenti. L'anno successivo, con la redistribuzione dei miei incarichi didattici a seguito del normale avvicendamento e della progressiva introduzione della riforma, questo lavoro si era sostanzialmente fermato, salvo alcuni momenti episodici, ed è stato possibile riavviarlo solo in un momento più recente. Riducendone alcuni aspetti sistematici, ma ad esempio allargandolo allo studio di una particolare tecnica serica di primo '900, che sfruttava coloranti vegetali, tipica di una storica azienda locale. Ne è recentemente nato un volumetto, tra storia, società e tecnica.

Riguardo gli aspetti metodologici si possono inserire molte varianti. L'allestimento di un set di campioni può essere fatto verticalmente (ognuno realizza il proprio) oppure orizzontalmente (ognuno svolge una singola operazione, come alla catena di montaggio). È importante capire che entrambi i metodi di lavoro serviranno poi nello svolgimento di una attività reale, sviluppando la corresponsabilità verso i risultati. Si interviene così sulla comprensione del senso di realtà. In ogni caso, alla fine si confrontano e discutono insieme gli esiti; il che è agevole e stimolante dato che si realizzano campioni materiali, colorati, tattili. L'analisi dei risultati ha significati differenti: se l'errore è correttamente tracciabile dal tuo quaderno di laboratorio, la punizione potrebbe essere nel dover rifare il tuo lavoro; se non lo è, si tradurrà formalmente in un voto negativo.

Da questa autovalutazione ci si accompagna insieme alle possibili cause delle criticità, e così si introducono e via via approfondiscono quei modelli teorici di cui si è trattato più sopra. Si può poi, ad esempio, lasciare totale autonomia nella riprogettazione del lavoro, il che comporta anche una autonoma redistribuzione di ruoli nei gruppi: gli esiti possono essere sorprendenti. Se il livello di interazione con le classi lo consente, uno schema di questo tipo si può in effetti riproporre con agilità e senza un eccessivo carico di preparazione. Va peraltro notato che, nelle linee guida della riforma, mentre il passaggio dal precedente corso a indirizzo tessile verso l'attuale "Sistema moda" ha sensibilmente rafforzato le componenti trasversali, incluse quelle di carattere chimico, portando ad un taglio di particolare vivacità interdisciplinare, non è così automatico ricostruire le competenze chimico-tintoriali delle diverse realtà territoriali nell'ambito dell'indirizzo "Chimica e materiali".

Conclusioni: punti di forza e criticità

Tra i punti di forza, c'è sicuramente la possibilità di integrare il lavoro con lo scambio tra pari. *Imparare insegnando* è una delle modalità più efficaci, anche per l'ulteriore effetto di straniamento che si può avere quando uno studente più giovane di un corso si trova a insegnare quanto ha già approfondito a uno studente più anziano e magari di un altro corso. Si realizza quindi una forma di quei processi di "doing real work, not homework" a cui per esempio Brian Coppola ha dedicato tanto spazio anche nelle sue pubblicazioni più recenti, indicandolo come impianto metodologico da sviluppare nell'istruzione universitaria. Tuttavia, va rivendicato che buona parte di queste procedure – inclusa la possibile produzione partecipata della documentazione su cui studiare, in sostituzione di libri di testo forzatamente inadeguati – costituisce da sempre la forza della proposta didattica degli Istituti Tecnici Industriali. Una realtà italiana che spesso viene troppo sottovalutata, e che potrebbe invece servire da esempio per svecchiare ed aprire a

nuovi orizzonti anche altri percorsi educativi, tanto più che lo spostamento dalla didattica frontale alle forme di apprendimento attivo è ormai una costante delle esperienze internazionali.

D'altro canto, il tentativo di interazione costruttiva non solo fra le aree didattiche della stessa classe, ma addirittura con intersezioni tra le attività di classi diverse per annualità e per indirizzo, diventa un punto critico: sia per le possibilità di attuazione, sia per la riuscita del lavoro. La struttura scolastica italiana è fortemente improntata alla divisione per classi di età ed alla continua riproposizione di schemi consuetudinari; gli stessi studenti faticano spesso a capire il senso di una didattica non puramente frontale (persino nei laboratori chimici, quante volte si fa di fatto solo didattica frontale, come per un addestramento a lavori esecutivi!). Quadri orari molto rigidi possono rendere velleitaria l'idea di una sistematica interazione, nei momenti curricolari, tra studenti che non facciano parte della stessa classe. La scarsa elasticità che spesso si incontra a livello di sistema, cui si aggiunge lo spauracchio vero o presunto delle prove esterne di maturità, costituisce un oggettivo ostacolo; che si può in qualche modo superare solo con una sensibile disponibilità e buona volontà (perlomeno) da parte dei colleghi di un consiglio di classe. E questo nonostante quanto si indica e richiede, ormai da decenni, per spostare la didattica verso le *competenze* e l'*autonomia*, allontanandoci dai famosi "programmi" e dalla riproduzione dello statu quo.

Ciò però non significa che non siano possibili elementi di innovazione anche in un quadro che non le favorisce. Le esperienze più recenti, oggi in corso, permettono di notare che la didattica di tipo CLIL può fornire un'ulteriore possibilità di integrazione. Taluni argomenti tra quelli indicati esulano infatti dal quadro disciplinare normalmente affrontato nei corsi di base, dai quali lo studente ha già appreso un lessico specifico, e quindi anche le strutture mentali legate ad un certo canone espressivo convenzionale. Sembrano essere così particolarmente efficaci per una didattica integrata, che preveda l'acquisizione di un lessico scientifico-tecnico (e dei corrispondenti contenuti semantici) direttamente nella lingua straniera, per riportarli poi a quella propria, e non viceversa.

Bibliografia

- Balzani, V. (1993). *Chimica Supramolecolare*. *CnS – La Chimica nella Scuola*, XV, 2-10.
- Bird, C.L., Boston, W.S. (1975). *The Theory of Coloration of Textiles*. Bradford: Dyers Company Publication Trust
- Boehm, A., Gatti, M., Rampoldi, A., Scarso, S., Palazzi, S. (2014). Setaioli, alla carica! XXV Congresso naz. SCI, Arcavacata di Rende, <http://www.kemia.it/testipdf/SetaioliMiniPoster.pdf>.
- Coppola, B. P. (2015). Do Real Work, Not Homework. In Garcia-Martinez, J.; Serrano-Torregrosa, E., Eds., *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends*. (pp 203-257). Weinheim: Wiley-VCH.
- Donnelly, D.F., McGarr, O., O'Reilly, J. (2014). 'Just Be Quiet and Listen to Exactly What He's Saying': Conceptualising power relations in inquiry-oriented classrooms. *International Journal of Science Education*, 36(12), 2029-2054.
- Gottfried, A. C., Sweeder, R. D., Bartolin, J. M., Hessler, J. A., Reynolds, B. P., Stewart, I. C., Coppola, B. P., Banaszak Holl, M. M. (2007). Design and Implementation of a Studio-based General Chemistry Course at the University of Michigan. *Journal of Chemical Education*, 84 (2), 265-270.
- Palazzi, S. (1996). Origine e metrica del colore. Spunti didattici. X Congresso DD-SCI, Verbania, <http://www.kemia.it/testipdf/ORIGINE%20E%20METRICA%20DEL%20COLORE%20web.pdf>.
- Palazzi, S. (2012). The colours of chemistry: There's a new scent in the air, or old perchance?, ICCE-ECRICE 2012, Roma; *CnS – La Chimica nella Scuola*, XXXIV, 284-289.
- Ting, Y. L. T. (2014). CLIL: a pragmatic guide for Renovating Chemistry Education. XXV Congresso naz. SCI, Arcavacata di Rende.

I molti aspetti della cooperazione e l'interrogazione cooperativa

Federico Teloni

IC "Egisto Paladini" – Treia (MC)
e-mail: federico.teloni@libero.it

Introduzione

L'Istituto Comprensivo "Egisto Paladini" di Treia partecipa, per il sesto anno consecutivo, al progetto "Crescere nella cooperazione", promosso dalla Regione Marche, Confcooperative Marche, Università di Urbino. Il progetto ha coinvolto nella nostra scuola, in tutti questi anni, più di 270 alunni e 15 insegnanti. In collaborazione con la Banca Credito Cooperativo, BCC di Filottrano, si cerca di educare i ragazzi al valore del risparmio, della cooperazione e dell'imprenditorialità, unici strumenti in una società alla continua ricerca di strategie di sviluppo e innovazione e in linea con le competenze chiave emanate dalle direttive europee. In questi anni gli alunni, i genitori e i docenti dell'Istituto scolastico treiese hanno fatto un percorso formativo che li ha avvicinati al modello di sviluppo cooperativo, promuovendo la cultura della cooperazione, della dimensione solidale e sociale, della partecipazione democratica e dell'imprenditorialità. Le finalità del progetto prevedono:

- Integrazione e scambio tra scuola e territorio;
- Valorizzazione della cultura della cooperazione tra i giovani;
- Miglioramento delle relazioni interpersonali tra i pari e tra adulti e ragazzi/e con particolare riferimento alla capacità di lavorare insieme e di aiutarsi reciprocamente; di esercitare la solidarietà;
- Potenziamento dell'imprenditorialità come conoscenza e valorizzazione del sé e come capacità di finalizzare le proprie azioni al conseguimento di un risultato concreto, osservabile e socialmente utile;
- Potenziamento delle capacità creative e progettuali nei ragazzi, genitori e docenti;
- Promozione e potenziamento nei docenti delle capacità progettuali e di innovazione metodologica e didattica;
- Sviluppo della conoscenza del territorio locale, monumenti, luoghi e tradizioni;
- Sviluppo delle competenze fondamentali per la vita di ogni persona;
- Sviluppo della cittadinanza attiva con partecipazione alla vita sociale e amministrativa della città di Treia (Consiglio comunale delle ragazze e dei ragazzi).

In questo anno abbiamo inserito un ulteriore modulo formativo di *Alfabetizzazione economico finanziaria* che ci ha permesso di approfondire alcuni aspetti importanti:

- La moneta, sua storia, sua funzione, sua evoluzione;
- Le modalità di pagamento alternative alla moneta;
- Il concetto di risparmio; le forme del risparmio;
- Il funzionamento di una banca con particolare riferimento alla BCC.

Il progetto è inserito nelle quotidiane esperienze scolastiche cercando di innovare la nostra didattica. Gli strumenti pedagogici che utilizziamo riguardano la relazione tra le persone e l'interiorizzazione sui valori cooperativi fondamentali: partecipazione attiva di tutti gli alunni all'attività cooperativa, autonomia nei processi decisionali, imprenditorialità, didattica cooperativa, transdisciplinarietà, ampiezza delle categorie dei soggetti coinvolti, studio e assimilazione della cultura cooperativa, capacità di ripensarsi criticamente e saper riconoscere e correggere i propri errori, capacità di documentarsi e raccontare la propria esperienza. Un'esperienza molto importante è l'utilizzo del cooperative learning nella didattica ordinaria: suddivisione in gruppi di lavoro, affidamento di ruoli e responsabilità per affrontare un argomento disciplinare, esposizione a tutta la classe del lavoro svolto e interrogazione cooperativa.

Educazione all'imprenditorialità

Per conseguire questi obiettivi, gli alunni, i docenti e i genitori, hanno creato una cooperativa scolastica regolamentata da uno Statuto e Atto costitutivo, hanno eletto il Consiglio di amministrazione, il Collegio sindacale, i cassieri che tengono aggiornato il libro cassa delle entrate e uscite. Gli alunni-soci della cooperativa scolastica svolgono, quasi mensilmente, delle assemblee che sono verbalizzate dai segretari e le loro attività sono realizzate tutte con metodologie cooperative. Il lavoro è iniziato nel mese di novembre quando, con la prima assemblea, si sono fatti dei laboratori per far comprendere agli alunni i ruoli che l'istituzione di una cooperativa scolastica richiede:

Presidente: rappresenta la cooperativa in tutte le occasioni, convoca e gestisce le assemblee.

Vice presidente: collabora con il presidente e svolge le sue funzioni in sua assenza.

Consiglio di amministrazione: composto da sette alunni-soci, è convocato prima di ogni assemblea, stabilisce l'ordine del giorno e partecipa alla redazione dei documenti principali come l'Atto costitutivo e lo Statuto sociale.

Segretari: sono due alunni che redigono il verbale di tutte le assemblee.

Tesorieri: sono due alunni che gestiscono il libro cassa, riportando tutte le uscite e le entrate monetarie. Per ogni uscita allegano al libro cassa il relativo scontrino. Si recano in banca per depositare e prelevare soldi.

Collegio sindacale: composto da cinque alunni-soci, è convocato periodicamente per controllare la correttezza dei documenti societari come i verbali delle assemblee, controlla il libro cassa e la rispondenza con i soldi depositati nel libretto bancario. Durante le assemblee aiutano il presidente nel mantenere l'ordine e nel rispetto dei tempi degli interventi dei vari soci.

Nella seconda settimana di novembre si sono strutturate, da parte degli alunni, le candidature per ricoprire i vari ruoli. Dopo una settimana di campagna elettorale si sono svolte le elezioni con schede e scrutinio dei voti. La proclamazione degli eletti ha avviato definitivamente la nuova cooperativa scolastica. Il primo compito che il Consiglio di amministrazione ha dovuto svolgere è stata la redazione dello Statuto sociale e dell'Atto costitutivo. Lo statuto sociale riporta 23 articoli che regolamentano tutta la vita

associativa mentre l'Atto costitutivo individua tutti i soggetti della cooperativa ed è integrato con il libro soci.



Figura 1. Redazione dello Statuto sociale

Nell'assemblea di dicembre si sono stabilite le quote sociali che ogni socio deve versare alla cooperativa per farne parte. Gli alunni hanno stabilito una quota di 2 € per i soci ordinari (alunni) mentre hanno previsto una quota di 3 € per i soci sovventori (insegnanti, genitori). La nostra cooperativa è composta da 46 alunni soci e 22 tra insegnanti e genitori soci sovventori. Dopo aver raccolto le quote ci si è recati in banca per depositare nei libretti bancari i nostri soldi e capire come funzionano le operazioni bancarie. L'assunzione di ruoli e responsabilità sono quindi elementi fondamentali di tutta l'azione didattica. La cooperativa scolastica si chiama "**Uno per tutti, tutti per uno**" ed ha mantenuto, anche quest'anno, il nome degli anni precedenti rimarcando una linea di continuità nel tempo.



Figura 2. Verso le elezioni ..

Gli obiettivi che siamo riusciti a raggiungere in termini di competenze sono:

- Gli aspetti relazionali dell'esperienza umana;
- I valori della cooperazione, le loro radici e la loro realizzazione nella storia locale;
- Le regole della vita associativa e del loro significato;
- Gli strumenti che regolamentano la vita associativa e l'impresa;
- Gli strumenti di narrazione/documentazione delle esperienze personalmente vissute;
- La moneta e gli altri strumenti di pagamento;
- La moneta e gli strumenti di pagamento alternativi al contante;

- Il concetto di risparmio e le forme del risparmio;
- Il funzionamento di una Banca con particolare riferimento alla BCC.

Con questa metodologia l'insegnante ha un ruolo fondamentale di coordinamento e ogni alunno riesce a trovare stimoli e motivazioni, in particolare quelli che sono più in difficoltà con la didattica tradizionale. Gli obiettivi raggiunti in termini di strategie per la personalizzazione dell'insegnamento riguardano la didattica diversificata per:

- Livelli;
- Linguaggi;
- Ruoli e compiti;
- Contenuti.

L'interrogazione cooperativa

Particolarmente significativa è stata l'esperienza dell'interrogazione cooperativa. L'unità didattica è strutturata nelle seguenti cinque fasi.

1. Divisione in gruppi di 4 alunni e assegnazione ad ogni gruppo di ruoli e responsabilità:
 - a. Presidente del gruppo: coordina il lavoro.
 - b. Sindaco del gruppo: garantisce l'ordine e il rispetto dei tempi.
 - c. Segretario: schematizza le conclusioni, realizza mappe concettuali.
 - d. Portavoce: espone alla classe il lavoro svolto, coadiuvato da tutto il gruppo.
2. Assegnazione di un argomento per ogni gruppo. Facciamo un esempio con le frazioni.
 - e. Gruppo n. 1: l'unità frazionaria, la frazione come operatore, frazioni proprie, improprie e apparenti.
 - f. Gruppo n. 2: la frazione come quoziente, frazione complementare, frazioni improprie e numeri misti, frazioni equivalenti.
 - g. Gruppo n. 3: l'insieme dei numeri razionali assoluti, riduzione di una frazione ai minimi termini.
 - h. Gruppo n.4: trasformazione di una frazione in un'altra equivalente di denominatore dato, riduzione al m.c.d.
 - i. Gruppo n. 5: confronto di frazioni, risoluzione di problemi diretti e inversi con le frazioni.
3. Lavoro di gruppo: studio del compito assegnato tramite l'utilizzo del libro di testo, schematizzazione e mappa concettuale, strutturazione dell'esposizione dell'argomento a tutta la classe.
4. Esposizione alla classe e interrogazione cooperativa. In questa fase, molto importante, a partire dal gruppo n. 1, ogni portavoce espone alla classe il compito assegnato utilizzando schemi, mappe e LIM. La classe è coinvolta e, per alzata di mano, gli alunni pongono domande su quanto esposto a tutto il gruppo. Al termine delle domande di chiarimento, qualche alunno fa eseguire anche degli esercizi che sceglie autonomamente dal libro di testo. In questo modo si svolge una interrogazione cooperativa dove sono tutti coinvolti. Il ruolo dell'insegnante è quello di facilitatore e di effettuare approfondimenti durante ogni fase dei lavori. La fase di verifica con esercizi coinvolge sia il gruppo che espone ma anche chi ha scelto l'esercizio. In caso di mancata risoluzione, tutti concorrono all'individuazione dell'errore. A turno tutti i gruppi espongono il proprio argomento. L'insegnante valuterà ogni gruppo e la partecipazione di tutta la classe assegnando un voto orale per quanto riguarda la capacità che gli alunni hanno dimostrato nel sapere:

- j. Individuare relazioni e funzioni.
- k. Interpretare ed elaborare dati e previsioni.
- l. Utilizzare i numeri e nella corretta esecuzione dei calcoli numerici.
- m. Collocare nello spazio e utilizzare con le figure gli argomenti approfonditi.

5. Conclusione: l'insegnante, dopo aver ascoltato tutti i gruppi, tira le conclusioni e propone una verifica scritta per tutta la classe.



Figura 3. Lavori di gruppo su temi assegnati

Questa modalità di apprendimento è molto coinvolgente, responsabilizza ogni alunno, sulla base delle proprie capacità, ottimizza i tempi e rende l'apprendimento più piacevole, la didattica si orienta con rapidità, in modo quasi naturale, sulle competenze chiave.

Il progetto Crescere nella cooperazione prevede anche molti laboratori manuali per sviluppare una "didattica del fare": gli studenti apprendono abilità manuali e sociali lavorando insieme. Superano le difficoltà, si accordano sui procedimenti, rispettandosi e mediando quando le opinioni sono diverse. In questo anno abbiamo ad esempio realizzato: vari oggetti e mobili con carta e cartone riciclato, plastica, buste del caffè, lavori all'uncinetto e al telaio, oggetti artistici realizzati con la tecnica della ceramica, allestimento di una serra per la coltivazione di piante e fiori.



Figura 4. Laboratorio ceramica



Figura 5. Semina e coltivazione di piccole piante e fiori

Oltre a queste attività è stata riconfermata la partecipazione al concorso regionale “Pietre della memoria” organizzato dall’ANMIG (Associazione mutilati e invalidi di guerra) ed è stato aggiunto il percorso formativo di alfabetizzazione economica e finanziaria. In questo percorso gli alunni-soci hanno affrontato elementi base di economia come la storia della moneta, i metodi di pagamento alternativi al contante e il funzionamento di una Banca con particolare riferimento alla BCC. Con il direttore dell’agenzia BCC di Treia (Tonino Tartarelli) si è avviato il percorso di educazione economica e finanziaria che ha previsto anche la partecipazione al concorso della Banca d’Italia “Inventa una banconota”. Nel progetto è coinvolta anche la Cooperativa sociale “La Talea” di S. Maria in Selva, la quale permette ai soci di fare una esperienza-incontro con il mondo del volontariato e della cooperazione. Altra esperienza incontro gli alunni-soci l’hanno fatto visitando la sede centrale della BCC a Filottrano, dove hanno osservato come funziona e agisce una Banca. A conclusione del percorso è stata prevista l’attività imprenditoriale della bancarella di tutti i prodotti realizzati. L’evento conclusivo di tutto il progetto si è svolto il 5 giugno al teatro delle Muse di Ancona.



Figura 6. Concorso esploratori della memoria

Bibliografia

- Cardellini, L. & Felder, R. M. (1999). L’apprendimento cooperativo. Un metodo per migliorare la preparazione e l’acquisizione di abilità cognitive negli studenti. *La Chimica nella Scuola*, 21 (1), 18-25.
- Gardner, H. (1987). *Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell’intelligenza*. Milano: Feltrinelli.