



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

School of Advanced Studies

DOCTORAL COURSE IN

Science and Technology:

Chemical processes and Properties of Earth Systems

XXXI cycle

**Teaching Geosciences in school using the IBSE
approach:**

**Mineral Resources and Sustainable
Development**

PhD Student

Lucia Stacchiotti

Supervisors

Prof.ssa Eleonora Paris

*“La nostra avidità e l’abitudine allo spreco
perpetuano la povertà, che è un crimine contro
l’umanità.*

*Il mondo ha abbastanza per i bisogni di tutti,
ma non per l’ingordigia di pochi.”*

Mahatma Gandhi

*“Un uomo è ricco in proporzione al numero di
cose di cui può permettersi di fare senza”*

Henry Thoreau.

INDICE

ABSTRACT	III
LISTA delle TABELLE	IX
LISTA delle FIGURE	XI
LISTA delle APPENDICI.....	XV
CAPITOLO 1- INTRODUZIONE	1
1.1.EDUCAZIONE ED ISTRUZIONE	1
1.2. STATO ATTUALE DELL'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE E DELL'EDUCAZIONE AMBIENTALE NELLA SCUOLA SECONDARIA IN ITALIA: UNA VISIONE D'INSIEME.....	51
1.2.2. Dall'educazione ambientale all'educazione per lo sviluppo sostenibile	7
1.2.3. L'educazione allo sviluppo sostenibile e l'Agenda 2030	10
1.2.4. L'educazione allo sviluppo sostenibile attraverso le Geoscienze ...	12
1.3. BACKGROUND-STATO DELL'ARTE	13
1.4. L'ATTIVITA' DI RICERCA.....	16
1.5. OBIETTIVI, FINALITÀ E SCOPI DELLA RICERCA	17
1.5.1. I Geomateriali, lo Sviluppo Sostenibile e l'Economia Circolare	18
1.6. CONTESTO AMBIENTALE SOCIO-CULTURALE DELLE SCUOLE COINVOLTE.....	20
1.6.1. L'Istituto Comprensivo "Paladini"- Treia.....	20
1.6.2.L'Istituto Comprensivo "Via U. Bassi"- Civitanova.....	21
CAPITOLO 2 - QUADRO TEORICO.....	23
2.1. PARADIGMI EDUCATIVI	23
2.1.1. Stili di apprendimento e competenze	26
2.1.2. Neuroscienze ed educazione.....	28
2.1.3. Ruolo del docente nell'apprendimento	29
2.2. APPROCCI DIDATTICI DELLA SPERIMENTAZIONE	30
2.2.1. Approccio IBSE.....	31
2.2.2. Lavoro in piccolo gruppo	35
2.2.3. Lettura critica: abilità cognitivo-linguistiche e questionario C.R.I.T.I.C.	37
2.2.4. Laboratorio hands-on	39
2.2.5. Compito di realtà	41
2.3. APPROCCI DI ANALISI: METODOLOGIA QUALITATIVA E QUANTITATIVA.....	43
2.3.1. Le rubriche per l'analisi qualitativa	44
2.3.2. Strumenti per l'analisi quantitativa	46
CAPITOLO 3 – MATERIALI E METODI.....	47
3.1. STRUTTURA SPERIMENTAZIONE.....	47
3.2. ATTIVITÀ RIVOLTE AI DOCENTI	50
3.2.1. Blocco UNO - Corso di aggiornamento "Educazione ed approccio IBSE"	50
3.2.2. Blocco TRE - Corso di aggiornamento "Consumo consapevole delle Georisorse in prospettiva dell'Agenda 2030: attività Inquiry di Educazione Ambientale"	52
3.3. ATTIVITÀ RIVOLTE AGLI ALUNNI.....	53
3.3.1. Blocco DUE - Attività 1 e 2.....	59

3.3.2. Blocco DUE - Attività 3 e 4.....	60
3.3.3. Blocco DUE - Compito di realtà	65
3.3.4. Blocco TRE - Consumo consapevole delle Georisorse.....	68
3.4. MATERIALI PER LA RACCOLTA DATI E PER LA VALUTAZIONE DELLE ATTIVITÀ	71
3.4.1. Tabella per la registrazione dell'interesse, partecipazione ed interventi appropriati degli alunni	74
3.4.2. Codificazione alunni.....	74
CAPITOLO 4 – RISULTATI.....	77
4.1. PREMESSA	77
4.2. RISULTATI DELLE ATTIVITÀ DOCENTI	83
4.2.1. Abitudini didattiche dei docenti	83
4.2.2. Frequenza della trattazione degli argomenti di Geoscienze	85
4.2.3. Diffusione e gradimento dell'attività Inquiry	86
4.3. RISULTATI OTTENUTI DALL'ANALISI QUALITATIVA DELLE ATTIVITÀ DEGLI ALUNNI.....	88
4.3.1. Confronto ed analisi dei risultati per ambiti	89
4.3.2. Analisi dei risultati delle quattro attività per ogni classe	91
4.3.3. Risultati relativi all'evoluzione del concetto di Sviluppo Sostenibile e al Traguardo di Competenza (Blocchi DUE e TRE)	95
4.3.4. Relazioni degli alunni del compito di realtà	98
4.4. RISULTATI OTTENUTI DALL'ANALISI QUANTITATIVA DELLE ATTIVITÀ DEGLI ALUNNI.....	100
4.4.1. Risultati dell'interesse, partecipazione ed interventi appropriati.....	100
4.4.2. Risultati del questionario di riflessione sull'attività.....	101
4.4.3. Risultati divisi per genere del Traguardo di Competenza e del concetto di Sviluppo Sostenibile.....	103
CAPITOLO 5 – DISCUSSIONE	107
5.1. DISCUSSIONE RISULTATI ALUNNI.....	111
5.2. DISCUSSIONE DEI RISULTATI QUANTITATIVI DEGLI ALUNNI E DEI DOCENTI.....	121
5.3. PUNTI DI FORZA E DI DEBOLEZZA DELLA SPERIMENTAZIONE.....	124
CAPITOLO 6 – CONCLUSIONI	127
BIBLIOGRAFIA	133
SITOGRAFIA	142
APPENDICI.....	143
RINGRAZIAMENTI.....	189

ABSTRACT

This project has the aim to promote the diffusion of Earth sciences in the Science teaching at Lower Secondary Schools in Italy (students between 11 and 14 years old). In particular, it focuses on stimulating the students' interest on Minerals and Georesources, proposing interdisciplinary activities through the IBSE approach.

The choice of this subject resulted from the observation that Geosciences are still poorly addressed in Italian schools. In particular, topics like geomaterials (especially minerals and rocks) are usually taught in a mnemonic way without connections with the other disciplines and often disregarded as not very important even among the Geosciences teaching.

Geosciences allow in general many connections with other scientific subjects and geomaterials, in particular, can contribute to raising awareness of 14 years-old pupils towards the environment, natural resources and their sustainable exploitation and use. In this regard, Italian National Indications strongly recommend that students' curricula are more focused on environment-friendly contents and activities as the 2030 Agenda for Sustainable Development (United Nations, 2015) suggests. Students' natural curiosity and the possibility of merging Earth and Life sciences topics for the teaching of Environmental Education gives also the opportunity to expand the chance to address Geoscience topics with attention to interdisciplinarity.

The research project has been planned with the idea to make available to the teachers ready-to-use materials about geomaterials/georesources activities. Activities and labs were built proposing a multidisciplinary viewpoint, connecting Mathematics, Chemistry, Physics, Earth Sciences, Biology, Botany, Geography, History and Technology. In fact studying geomaterials/georesources can suggest interesting interdisciplinary connections, with ample possibility to approach modern topical subjects, suggested by the students' everyday life or the area where they live in.

By using Earth sciences topics, and in particular the study of Georesources, the project addressed also a more general aim of investigating whether and how the students are able to identify relationships among environmental variables and justify them with different levels of correctness, completeness and pertinence. This objective was chosen because of the 2015 poor results evidenced by OCSE-PISA and TIMSS surveys, which revealed how mathematics and science performances of the Italian students fall below the European average. This research, therefore, aimed at verifying if a geoscience-related activity could improve not only the interest in Geoscience topics but also indirectly contribute to improve the scientific-mathematic competences of the pupils. This possibility will be also of interest for the teachers, who can appreciate the possibility of using Earth sciences topics to vehiculate STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics educational approach) competences by means of a transversal tool, useful to improve pupils' scientific background.

The research addressed the study of Geomaterials using several approaches. The IBSE is the principal approach because it stimulates the formulation of questions and the development of actions to solve problems and understand phenomena. In Italy, and particular in Lower Secondary School in Marche region, the IBSE approach is still scarcely adopted as a teaching method, despite of its effectiveness and its widespread use all over the world. The IBSE approach was selected due to its structure: the

5Es phases (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) and the use of investigable questions. They both enable pupils to:

- formulate inquiry questions with implications on real life;
- participate laboriously in the classroom activities;
- work in groups;
- promote self-esteem in the students who are less prone to study and participate in the classroom activities;
- face complex and often interdisciplinary subjects without having a specialistic knowledge of the contents.

Inquiry and IBSE approaches are still scarcely used in the Lower Secondary School although these approaches promote and stimulate students' involvement to scientific activities. All the activities were carried out, with individual and team work in two schools situated in Treia and Civitanova. Pupils' answers evaluation was made using rubrics, realized during a 6-months period abroad under the Erasmus+ traineeship program at UAB, Universitat Autònoma de Barcelona, in Spain.

In this experimentation, the choice of using geomaterials as topic was adopted because of the personal experience as a teacher, realizing that they are a resource usually given for granted. Geomaterials are actually limited, not renewable although they are essential components in our everyday life. The contents of the activities I built up were in particular: soil consumption, waste recycling, mining extraction, recycling and reusing what previously extracted. These contents were proposed with the double purpose to spread Earth Sciences themes in the Lower Secondary School didactics and to employ them as interdisciplinary vectors, to stimulate students' sensitivity concerning themes in Environmental education. To understand how to improve pupils' ability to establish and to justify relationships that link mankind to environment is fundamental to make young generations become aware of the environmental issues and assume responsible citizenship behaviors. Social implications involved in the issue of the Sustainable Development were processed too, including topics regarding waste management and circular economy.

The experimentation was divided in three Blocks (B1, B2, B3).

Block 1 and Block 3 were addressed to teachers:

- **B1** - Education and IBSE approach (Par. 3.2.1)
- **B3** - The 2030 Agenda for sustainable development and consumption of the georesources: an interdisciplinary IBSE activity (Par. 3.2.2).

Block 2 and Block 3 were addressed to students:

- **B2** - Environmental education through Geosciences and IBSE approach (Chapter 3.3)
- **B3** - The 2030 Agenda for sustainable development and consumption of the georesources: an interdisciplinary IBSE activity (Par. 3.3.4).

Blocks B1 and B2 concerned teachers and pupils in the same school (Treia) and they went on longer than B3 activities, which concerned teachers and pupils working in the school of Civitanova. With regard to teachers' experimentation (B1 e B3), a seminar about the IBSE approach and a practical

activity were carried out. They had the aim to collect data and to spread the IBSE approach among the teachers.

Pupils' experimentation in Block TWO (B2) is divided in 2 individual activities (one at the beginning and one at the end) in order to evaluate not only the evolution about Sustainable Development concept but also to assess the Achievement of Expertise. There were 4 group activities through which pupils' skills in finding and justifying linked relationships were detected according to the criteria of completeness, pertinence and correctness. Block TWO, was further divided in two Areas, 1 and 2: both provide same schedule and same activities. The only difference between Area 1 and Area 2 was the level of the researcher's intervention as a guide during the didactic sequence. The Researcher's guidance was basically carried out using C.R.I.T.I.C. questionnaire. In Block TWO the experimentation has been carried out for four meetings and its structure allowed to evidence:

- 1) pupils' skills in finding and justifying the relationships among environmental variables;
- 2) the acquisition process about the concept of Sustainable Development;
- 3) the final Achievement of Expertise.

The part of Block THREE addressed to pupils focused on one lesson that lasted for two hours and only the acquisition of the concept of the Sustainable Development concept was detected, since the lack of time did not allow to determine the final Achievement of Expertise. Despite the different schedule in Blocks TWO and THREE, identical questionnaires and rubrics were used as tool in to evaluate and assess pupils' answers.

Activities for teachers

Block ONE - B1

This activity was split in two interventions. At first meeting beginning teachers of kindergarden, Primary and Lower Secondary School attended to a seminar, held by researcher, about neurosciences, education and IBSE approach. Then they worked in group focusing in the formulation of an Inquiry question and in a connected activity about water, to be proposed to their students. During the second meeting the attention was shifted towards using rubrics to evaluate their own work and pupils' too. At the end a questionnaire about the spread of IBSE approach and a satisfaction survey were proposed to teachers.

Block THREE - B3

Teachers followed a seminar about Sustainable Development and on how this topic might be an inexhaustible source of hints and inspiration to address scientific topics and to contextualize them in students' everyday life. Further interdisciplinary didactic units were carried out in collaboration with History, Geography and Italian teachers. The Inquiry activity was carried out: a revisited Wasteberg (Young, 1994) was shown and teachers were supposed to answer the IBSE question: *how much waste do I produce when I throw away 1 Kg of waste?* The question seems tricky but it actually encourages to think about resources consumption in the whole productive process. Waste coming from packaging (made by glass, plastic, aluminum) was used in order to focus teachers' attention on resources and energy consume hidden behind the production of a kg of waste. At the end teachers warded a list of the geomaterials that can be recycled with huge economic and environmental

savings. A questionnaire about the spread of IBSE approach and a satisfaction survey were proposed to teachers.

Activities for pupils

Block TWO - B2

Block TWO is composed of four activities, each one lasting two hours. Activities 1 and 2 are similar and are both made by two parts: the first one includes a group reading of an article about soil consumption and another one about separate waste collection. After the end of the reading, according to the procedures of Area1 and Area2, there was a peer-reviewed answer to the researcher's questions. The second part of each activity consists in reading a graph, related to the topics addressed by the articles, in order to allow pupils to extrapolate data and to formulate shared answers to researcher's questions. Activities 3 and 4 were addressed through the IBSE approach since they were structured following the 5Es Learning Cycle. In the *Engage* phase pupils in group completed a puzzle that showed common minerals from which metallic and non-metallic elements are extracted; further these elements were linked with everyday objects of which each element is a component. Puzzle aimed to capture students' attention and to introduce them to the idea that everything we use on a daily basis comes from the Earth resources. Then the IBSE question was proposed: *investigate economic advantages and environmental consequences of mining*. During the *Explore* and *Explain* phases, each student was given a sheet with a short description of the mining exploitation, the features of rocks and minerals, mineral distribution around the world and connections between man and minerals. This was followed by a brainstorming to share what every pupil had read, to stress the importance of mineral resources as non-renewable resource and to remove misconceptions. The materials to execute the mining experiment (staples, toothpicks, chocolate cookies, etc.) were delivered to pupils in order to carry out the experiment. In the *Elaborate* and *Evaluate* phases pupils resumed data collected from previous phases to verify and explain what happens if they reuse or recycle the materials they have available rather than to extract new raw materials.

Block THREE - B3

This experimentation took place during the Earthweek 2017 and it was addressed to 14 years-old pupils. Different wastes coming from packaging (glass, plastic, aluminum) were collected in order to focus pupils' attention to the use of Georesources and the energy required for the production of a kg of waste. Then IBSE question pupils' were supposed to answer was showed: *how much waste do I produce when I throw away 1 Kg of waste?* As already said in the case of teachers' activity, this question encourages to think about resources consumption in the whole productive process. Each group calculated how much CO₂, chosen among several indicators, has been emitted for the production of that amount of packaging and how much instead has been saved recycling it. This calculation was made with operational sheet making use of mathematical knowledge.

Then each group shared results and conclusions with other groups. At the end they rank which kind of packaging is more environmentally friendly and the concept of the 4Rs (Reduce-Repair-Reuse-Recycle) was introduced. At this point interesting insights can arise to deepen interdisciplinary

connections like the different resources distribution around the world, the job exploitation, the immigration, the role of advertisement in consuming Georesources and so on.

The data collected in the experimentation were examined through a quantitative and qualitative analysis. The qualitative data have been elaborated with the aid of specific rubrics prepared by the researcher during the Erasmus Plus period carried out at the Department of Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals at the Universitat Autònoma de Barcelona. Moreover, in the same department, on the occasion of the doctorate training days (Jornades Formatives de Doctorat), a draft of the experimentation was presented, which allowed to have interesting comments on the first results obtained and evidence some interesting aspects for future research developments. The quantitative data have been elaborated on the basis of the results emerged from the qualitative analysis and through forms completed both by the students and by the researcher herself during the activities.

The evaluation of the results from this research showed that IBSE approach combined with team working was effective from the point of view of the levels of achieved learning; in fact, pupils were able to establish and justify relationships among environmental variables, when the proposed topic is approached with these strategies. Moreover, as claimed in the implicit hypothesis, the individual improvement in the definition of Sustainable Development can be attributed not only to the repetition of the task but also to the exchange of experiences, resolution procedures and peer-tutoring during team-working. Furthermore, the use of Georesources topics allow to address complex concepts and to reach the Achievement of Expertise.

The percentage of missing level answers before the activities testifies the very little diffusion of the concept of Sustainable Development in schools and families. After the didactic activities, the answers referring to the missing level of performance were halved and there was an overall shift towards the upper levels. In all the involved classes the number of the pupils that shifts from a lower level of performance to an upper one increased. IBSE activities and Geo-topics supported the achievement of these goals and they even allowed to tease out latent skills in pupils who were less prone to study.

Teachers, both those who have joined the research project with their classes and those who attended the seminars, appreciated the proposed activities, not only because they were approached differently from the usual traditional teaching, but also because they were able to learn and/or refine their knowledge about the IBSE approach via practical examples. Finally, what mostly impressed the teachers, in addition to the new approach, was that the immediate reproducible and ready-to-use activities, proposed during the seminars, have been made available for using in their classes

Chapters' contents

The first chapter presents the situation of the Italian school, how it has changed in the last decades and the condition of the Science teaching in the Lower Secondary School. New perspectives and paradigm in education are treated too. The low interest of the students towards the study of Sciences has also been highlighted, as shown by PISA and TIMSS reports in 2015. The objectives and aims of the research project are indicated, and the structure of the research activity is reported. The choice of the topic is explained.

In the second chapter the importance of the chosen topic for multidisciplinary teaching is highlighted and the usefulness of the type of didactic approach used is described. Particular attention is paid to the variety of students' learning styles and therefore the necessity of using different didactic interventions. The related methodologies are examined. Last but not least, the qualitative and quantitative methods used to elaborate and analyze the experimental data are examined and compared.

In the third chapter the three didactic blocks carried out during the PhD research are extensively described from the methodological point of view, including the materials used and the evaluation strategies and instruments: the blocks are addressed both to students (Blocks TWO and THREE) and to teachers (Blocks ONE and THREE). In particular:

Block ONE - Education and IBSE approach;

Block TWO - Environmental education through Geosciences and IBSE approach;

Block THREE - The 2030 Agenda for Sustainable Development and consumption of the georesources: an interdisciplinary IBSE activity.

Blocks TWO and THREE are reported and explained more extensively and in details because they specifically concern the experimentation and the verification of the achievements of the aims of the research project. Moreover, the methods used to collect and process the data are explained. Specifically, the evaluation of the qualitative analysis is shown, the identification codes for data collection are clarified, the parameters considered for each level of performance and how they are represented are explained.

The fourth chapter presents the results of data processed both through qualitative and quantitative analysis, reported into specific tables and diagrams. Lastly, data referring to the students' gender difference, and to the results from the questionnaire for teachers on the use of IBSE, compiled during the activities of blocks ONE and THREE, are also considered and processed.

In the fifth chapter the discussion about the results of the observations collected during the experimentation phases is developed. These data regard both the experimentation on students and on teachers. The results are discussed in view of the existing literature and the few teaching materials available on-line on comparable topics.

The sixth chapter presents the conclusions derived from the data collected during this research, as well as observations arisen from all the teaching and dissemination activities carried out during the three years of the PhD. Possible implications for the teaching of Geoscience in Lower Secondary School and for future improvements and positive interaction with teachers are reported.

The appendix contains all the materials and the teaching tools used for the experimentation. They report also ready-to-use materials created for Italian school teachers and made freely available.

LISTA TABELLE

Tab. 2.1. Confronto tra paradigma tradizionale e paradigma nuovo (riadattato da Marina, 2017) Skinner, 1953; Piaget, 1961; Dewey, 1910; Vygotsky, 1966; Bruner, 1967	23
Tab. 2.2. Passaggio da un'educazione trasmissiva ad una trasformativa (riadattato da Sterlig, 2014)	24
Tab. 2.3. Stili di apprendimento e relative caratteristiche secondo Kolb (1974).....	26
Tab. 2.4. Fasi del processo scientifico e quelle del processo creativo (riadattato da Davies, 2016)	34
Tab. 2.5. Corrispondenza fasi del processo scientifico, esplorazione creativa, azione e processo creativo	34
Tab. 2.6. Caratteristiche dell'apprendimento tra pari all'interno di un gruppo di lavoro (Duran, 2014)	35
Tab. 2.7. Confronto tra metodologia quantitativa e metodologia qualitativa.....	44
Tab. 3.1. Struttura dell'intera sperimentazione didattica	49
Tab. 3.2. Sequenza didattica dell'Ambito 1 – blocco DUE	55
Tab. 3.3. Sequenza didattica dell'Ambito 2 – blocco DUE	56
Tab. 3.4. Corrispondenza tra schede degli alunni, schede del docente ed attività in cui vengono utilizzate.....	57
Tab. 3.5. Questionario C.R.I.T.C. (Bartz, 2002).....	58
Tab. 3.6. Corrispondenza tra livelli e colori nella rubrica inerente la definizione di Sviluppo Sostenibile	73
Tab. 3.7. Corrispondenza tra livelli e colori nella rubrica inerente il Traguardo di Competenza.....	73
Tab. 3.8. Corrispondenza tra livelli di padronanza, indicatori sintetici e colori	73
Tab. 3.9. Scheda di rilevazione da parte degli insegnanti riguardo la partecipazione (P), l'attenzione(A) e gli interventi pertinenti effettuati dagli alunni (I).....	74
Tab. 4.1. Quadro sinottico della sperimentazione rivolta ai docenti.....	77
Tab. 4.2. Quadro sinottico della sperimentazione rivolta agli alunni	78
Tab. 4.3. Quadro sinottico del tipo di analisi effettuata per ciascun blocco.....	78
Tab. 4.4. Rubrica di valutazione dei livelli di prestazione degli alunni con relative ancore.....	79
Tab. 4.5. Quadro sinottico delle attività svolte con argomento ed obiettivo rilevato.....	88
Tab. 5.1. Quadro sinottico delle attività nell'Ambito 1 - blocco DUE	108
Tab. 5.2. Quadro sinottico delle attività nell'Ambito 2 - blocco DUE	109
Tab. 5.3. Punti di debolezza e punti di forza delle attività del Blocco DUE.....	125

LISTA FIGURE

Fig. 1.1. Il sistema educativo ed i suoi tre sottosistemi principali (Melgarejo, 2013).....	2
Fig. 1.2. Risultati italiani secondo gli indici PISA e TIMMS (Fonte https://www.varkeyfoundation.org/teacherindex).....	3
Fig. 1.3. Risultati finlandesi secondo gli indici PISA e TIMMS (Fonte https://www.varkeyfoundation.org/teacherindex)	3
Fig. 1.4. Teacher Status Index relativo all'Italia (Fonte https://www.varkeyfoundation.org/teacherindex)	4
Fig. 1.5. Teacher Status Index relativo alla Finlandia (Fonte https://www.varkeyfoundation.org/teacherindex)	4
Fig. 1.6. Cambio della prospettiva dei rapporti Uomo-Natura. (Fonte http://www.chalquist.com/writings/egoeco/).....	8
Fig. 1.7. Prodotto Interno Lordo. (Fonte https://www.borsainside.com/finanzainside/pil/)	9
Fig. 1.8. Passaggio da un orientamento educativo competitivo ad uno collaborativo.....	11
Fig.1.9. Risultati dell'Italia a confronto negli anni 2006-2015 (Fonte http://www.compareyourcountry.org/pisa/country/ITA?lg=en)	14
Fig. 1.10. Abitudini quotidiane per uno sviluppo sostenibile. (Fonte: WWF)	18
Fig. 2.1. Barometro di influenza dei diversi approcci (Hattie, 2009)	30
Fig. 2.2. Efficacia del lavoro in piccolo gruppo (Hattie, 2009)	31
Fig. 2.3. Efficacia della relazione docente-discente (Hattie, 2009).....	31
Fig. 2.4. Livelli Inquiry (Bell, 2005)	32
Fig. 2.5. Livelli Inquiry, autonomia degli studenti e guida dell'insegnante (Bell, 2005).....	33
Fig. 2.6. Learning cycle.....	33
Fig. 2.7. Questionario C.R.I.T.I.C. (Bartz, 2002. Grafica: María Brea).....	37
Fig. 2.8. Cono dell'apprendimento (Dale, 1969).....	41
Fig. 3.1. Quadro sinottico della sperimentazione didattica	47
Fig. 3.2. Struttura dell'attività per i docenti, relativi strumenti per la rilevazione dati ed obiettivi perseguiti	50
Fig. 3.3. Alcune diapositive del seminario afferente al blocco UNO.....	51
Fig. 3.4. Valutazione e lavoro di gruppo durante il seminario del blocco UNO	51
Fig. 3.5. Wasteberg (Young and Sachs, 1994).....	52
Fig. 3.6. Alcune diapositive del seminario afferente al blocco TRE	52
Fig. 3.7. lavoro di gruppo durante il seminario del blocco TRE.....	53
Fig. 3.8. Struttura delle attività con gli alunni del blocco DUE, con relativi obiettivi didattici ed educativi.....	53
Fig. 3.9. Obiettivo generale della sperimentazione e relativa differenziazione di Ambiti ed attività proposte.....	54
Fig. 3.10. Scheda D1 compilata dalla ricercatrice durante l'attività in classe	57
Fig. 3.11. Scheda S2 compilata dagli alunni durante l'attività in classe.....	57
Fig. 3.12. Gli alunni lavorano in gruppo per formulare una risposta condivisa	59
Fig. 3.13. Gli alunni realizzano il puzzle somministrato durante la fase Engage.....	60
Fig. 3.14. Gli alunni lavorano in gruppo durante le fasi Explore-Explain	61

Fig. 3.15. Materiale fornito per realizzare l'attività pratica	61
Fig. 3.16. Momenti di scavo della "miniera"	62
Fig. 3.17. Diverse modalità di calcolo della superficie della "miniera"	62
Fig. 3.18. Gli alunni pesano la "miniera" all'inizio dell'attività pratica	63
Fig. 3.19. Parte della scheda esperimento afferente all'attività 3	63
Fig. 3.20. Parte della scheda esperimento afferente all'attività 4	64
Fig. 3.21. Team working durante l'attività di riuso dei tappi a corona	65
Fig. 3.22. Orecchini e fiori realizzati con cialde di caffè e bracciali realizzati con tappi a corona ...	65
Fig. 3.23. Sequenza del riuso delle lattine	66
Fig. 3.24. Albero natalizio decorato con materiale di riuso	66
Fig. 3.25. Portachiavi realizzati utilizzando scampoli di tessuto o porzioni di vecchi indumenti	66
Fig. 3.26. Grembiuli da cucina realizzati recuperando un paio di vecchi jeans.....	66
Fig. 3.27. Guida, fornita dalla docente di Tecnologia, per stilare la relazione dell'attività svolta in classe	67
Fig. 3.28. Indicatori degli elementi presi in considerazione nella matrice per analizzare le relazioni .	67
Fig. 3.29. Matrice su file Excel per l'analisi delle relazioni del Compito di Realtà.....	68
Fig. 3.30. I Geomateriali al centro di un'attività didattica a tema ambientale	68
Fig. 3.31. Gli alunni separano i diversi tipi di rifiuti.....	69
Fig. 3.32. Gli alunni pesano i diversi tipi di imballaggio	69
Fig. 3.33. Wasteberg realizzato dalla ricercatrice in collaborazione con i colleghi del gruppo Unicamearth	69
Fig. 3.34. Scheda operativa alunni blocco TRE.....	70
Fig. 3.35. Schema dei dati analizzati quantitativamente	71
Fig. 3.36. Struttura analisi qualitativa del blocco DUE	72
Fig. 3.37. Struttura analisi qualitativa del blocco TRE.....	72
Fig. 3.38. Scheda compilata della partecipazione, dell'attenzione e degli interventi effettuati dagli alunni	74
Fig. 3.39. Codificazione alunni della classe III E di Passo Treia.....	75
Fig. 4.1. a-d. Abitudini didattiche dei docenti (percentuali risposte).....	84
Fig. 4.2. Frequenza degli argomenti di Geoscienze trattati dai docenti del campione	85
Fig. 4.3. Conoscenza IBSE (IC "E. Paladini"- Treia e IC "U. Bassi" – Civitanova)	86
Fig. 4.4. Punti di forza dell'attività IBSE - IC "E. Paladini"- Treia e IC "U. Bassi"- Civitanova (percentuali risposte)	86
Fig. 4.5. Punti di debolezza dell'attività IBSE - IC "E. Paladini"- Treia e IC "U. Bassi"-Civitanova (percentuali risposte)	87
Fig. 4.6. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività di Lettura del Testo-L1	89
Fig. 4.7. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività di Lettura del Grafico-G1	89
Fig. 4.8. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività di Lettura del Testo-L2	90
Fig. 4.9. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività di Lettura del Grafico-G2	90
Fig. 4.10. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività Pratica-P3.....	91
Fig. 4.11. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività Pratica-P4.....	91
Fig. 4.12. Livelli raggiunti dalla classe AT in tutte e quattro le attività (Ambito 1-in autonomia)...	92
Fig. 4.13. Livelli raggiunti dalla classe BT in tutte e quattro le attività (Ambito 1-in autonomia)...	93

Fig. 4.14. Livelli raggiunti dalla classe CT in tutte e quattro le attività (Ambito 2-con guida del docente).....	93
Fig. 4.15. Livelli raggiunti dalla classe EP in tutte e quattro le attività (Ambito 2-con guida del docente).....	94
Fig. 4.16. Livelli raggiunti dalla classe AT per la definizione dello Sviluppo Sostenibile	95
Fig. 4.17. Livelli raggiunti dalla classe BT per la definizione dello Sviluppo Sostenibile	95
Fig. 4.18. Livelli raggiunti dalla classe CT per la definizione dello Sviluppo Sostenibile	96
Fig. 4.19. Livelli raggiunti dalla classe EP per la definizione dello Sviluppo Sostenibile.....	97
Fig. 4.20. Livelli raggiunti dalla classe EC per la definizione dello Sviluppo Sostenibile	98
Fig. 4.21. Traguardo di Competenza raggiunto dalle quattro classi coinvolte nel blocco DUE	99
Fig. 4.22.a-b. Porzione di matrice Excel ed indicatori utilizzati per l'analisi delle relazioni	99
Fig. 4.23. Traguardo di competenza: gli indicatori si riferiscono alle lettere in figura 4.22.b101	
Fig. 4.24. Percentuale di alunni in cui si è rilevato un aumento nella partecipazione, attenzione e pertinenza degli interventi effettuati durante le attività- blocco DUE.....	101
Fig. 4.25. Grafico relativo all'affermazione "Sono stato soddisfatto del lavoro svolto" (percentuale risposte)	102
Fig. 4.26. Grafico relativo all'affermazione "Durante gli esperimenti mi sono divertito" (percentuale risposte)	102
Fig. 4.27. Grafico relativo all'affermazione "Ho imparato nuovi concetti" (percentuale risposte)	102
Fig. 4.28. Grafico relativo all'affermazione "Le schede operative fornite erano utili" (percentuale risposte)	103
Fig. 4.29. Percentuali di maschi e femmine nel Blocco DUE della sperimentazione	103
Fig. 4.30. Livelli di padronanza del Traguardo di Competenza-Blocco DUE per genere	104
Fig. 4.31. Percentuali di maschi e femmine nel Blocco DUE e TRE della sperimentazione	104
Fig. 4.32.a-b. Livelli di padronanza per la definizione di Sviluppo Sostenibile prima dell'attività per genere.....	105
Fig. 5.1. Risultati consuntivi dell'Ambito 1 per livello di prestazione - Classi AT e BT	112
Fig. 5.2. Risultati consuntivi dell'Ambito 2 per livello di prestazione - Classi CT e EP.....	112
Fig. 5.3. Livelli di prestazione - Attività di lettura di un testo separata per Ambito	114
Fig. 5.4. Livelli di prestazione - Attività di lettura di un grafico separata per Ambito.....	115
Fig. 5.5. Livelli di prestazione - Attività pratiche separate per Ambito	116
Fig. 5.6. Confronto tra tutte le attività del Blocco DUE per livelli di prestazione	117
Fig. 5.7. Evoluzione dei livelli di prestazione nella definizione di Sviluppo Sostenibile-Blocco DUE e TRE	120
Fig. 5.8. Aumento degli indicatori per ogni attività-Blocco DUE.....	122
Fig. 6.1. Wordcloud contenente le parole più frequentemente usate nelle relazioni.....	131

LISTA APPENDICI

Appendice 1: Questionario abitudini didattiche.....	143
Appendice 2: QUESTIONARIO DOCENTI-Diffusione e gradimento attività Inquiry.....	146
Appendice 3: SCHEDA S1	148
Appendice 4: SCHEDA D1	149
Appendice 5: SCHEDA S3	150
Appendice 6: SCHEDA DELLE DEFINIZIONI – S2	151
Appendice 7: #stopalconsumodisuolo	153
Appendice 8: MARCHE, DAL RICICLO UN TESORO NASCOSTO	155
Appendice 9: IL MODELLAMENTO DELLA SUPERFICIE TERRESTRE	157
Appendice 10: CHE COSA SONO I MINERALI E LE ROCCE	158
Appendice 11: RISORSE MINERARIE	159
Appendice 12: CHE COS'E' UNA MINIERA	160
Appendice 13: L'ESSERE UMANO, I MINERALI ED I METALLI.....	161
Appendice 14: SCHEDA ESPERIMENTO-Estrazione mineraria del Rame (Cu).....	162
Appendice 15: SCHEDA ESPERIMENTO-Riuso e riciclo dei minerali- Cu	163
Appendice 16: Questionario sulla Consapevolezza Ambientale PRIMA dell'Attività	164
Appendice 17: Questionario sulla Consapevolezza Ambientale DOPO l'Attività.....	165
Appendice 18: Questionario Riflessione Attività Alunni	166
Appendice 19: SCHEDA OPERATIVA	167
Appendice 20: RUBRICA DEI LIVELLI– IDENTIFICAZIONE E GIUSTIFICAZIONE DELLA RELAZIONE...	168
Appendice 21: LIVELLI DI COMPLETEZZA, PERTINENZA E PRECISIONE APPLICATI NELLA RUBRICA DI INDIVIDUAZIONE E GIUSTIFICAZIONE DELLA RELAZIONE	172
Appendice 22: RUBRICHE PER ANALIZZARE I TRAGUARDI DI CONOSCENZA E COMPETENZA	174
Appendice 23: Scheda rilevazione atteggiamento alunni.....	175
Appendice 24: Materiali per la realizzazione dell'attività del Wasteberg in classe	176
Appendice 25: CIOCCOLANDIA: SCHEDA DOCENTI.....	182
Appendice 26: Follow-up del progetto	186

CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE

1.1 EDUCAZIONE ED ISTRUZIONE, SPESA O INVESTIMENTO: UNA DIATRIBA DI ANTICHE RADICI

La parola educazione deriva dal latino *e-ducere*, il cui significato è associato sia ai verbi “condurre, guidare”, che ai verbi “portar fuori, far emergere” e generalmente indica un processo di strutturazione globale della personalità (apprendimento in senso lato, socializzazione, acculturazione). Ambedue le accezioni inducono una visione con sfumature leggermente diverse del processo educativo. La prima evoca l’azione di accompagnamento che l’educatore (genitori, maestri, docenti, istruttori, formatori, ecc.) deve mettere in pratica per favorire la crescita fisica, culturale, morale e spirituale degli educandi. La seconda insiste sul carattere originale della personalità dell’educando e sul ruolo maieutico di aiuto alla presa di consapevolezza e allo sviluppo di tutte le sue potenzialità (conoscitive, operative, affettive e valoriali). Il termine istruzione deriva invece dall’etimo latino *in-struere* cioè “costruire, fabbricare” ma anche “ammaestrare, informare” e contrassegna invece il conseguimento di nozioni e di caratteristiche comportamentali e cognitive determinate (apprendimento in senso stretto). In realtà l’espressione latina *instruere* (“costruire, preparare”, anche “insegnare”) deriva da *struere* “collocare a strati, connettere”. Dall’etimo della parola viene quindi richiamato non solo il promuovere l’acquisizione di conoscenze e abilità, ma anche il favorirne una loro organizzazione interna, interiorizzata, coerente e permanente. In questo senso Bruner (1967) propose una teoria dell’istruzione che mirava a individuare i nuclei fondamentali, le idee generatrici, i principi di sviluppo che costituiscono l’ossatura portante delle varie discipline e concentrare l’insegnamento su questi elementi essenziali, più che disperdersi in una molteplicità sconnessa di nozioni e procedure particolari. In ciò si evoca il detto di Morin (1999): “È meglio una testa ben fatta, che una testa ben piena”.

L’insegnamento è ovviamente una componente dell’educazione; accanto al verbo insegnare si accostano normalmente altri termini che tendono a integrare e approfondire lo stesso concetto di insegnamento. Essi sono: educare, istruire, formare. L’espressione più generale, che attraversa ormai l’esperienza umana lungo tutto il suo arco esistenziale, è *educare*. Negli anni settanta del secolo passato si diffuse una forte polemica circa il ruolo della scuola, in particolare della scuola pubblica, nel contesto sociale della comunità nazionale italiana. A essa si attribuiva un ruolo semplicemente istruttivo, nel senso di promozione della crescita culturale degli studenti, mentre le veniva negato quello più propriamente educativo, legato allo sviluppo di una identità personale e all’interiorizzazione di valori morali e spirituali (Spiazzi, 1994). Uno dei tanti slogan era: “alla scuola l’istruire, alla famiglia l’educare”. Tuttavia molte leggi europee, compresa la legge italiana, prevedono oggi come finalità propria dell’istituzione scolastica quelle dello sviluppo spirituale e morale, oltre che culturale, sociale, fisico e professionale degli studenti. La legge italiana afferma che “sono promossi il conseguimento di una formazione spirituale e morale, anche ispirata ai principi della Costituzione, e lo sviluppo della coscienza storica e di appartenenza alla comunità locale, alla comunità nazionale ed alla civiltà europea” (Legge 53 del 28 marzo 2003, art. 2, comma 1b).

È proprio con quest’ultima accezione che Melgarejo (2013) presenta il sistema educativo come l’insieme delle influenze educative che una persona riceve dalla nascita all’età adulta attraverso le istituzioni, le agenzie educative e le organizzazioni formali di una società che trasmette conoscenza e la relativa eredità culturale, che influisce nella crescita sociale ed intellettuale dell’individuo. Il

sistema educativo è dunque un sistema aperto che ha, come *conditio sine qua non* per la sua esistenza, la presenza di un flusso costante di relazioni costruttive con l'ambiente sociale, culturale, economico, politico etc. Il sistema educativo è un sistema complesso composto basicamente da tre sottosistemi: il sottosistema familiare, quello scolastico e quello socioculturale. Questi tre sottosistemi sono in costante contatto e si retroalimentano in modo da

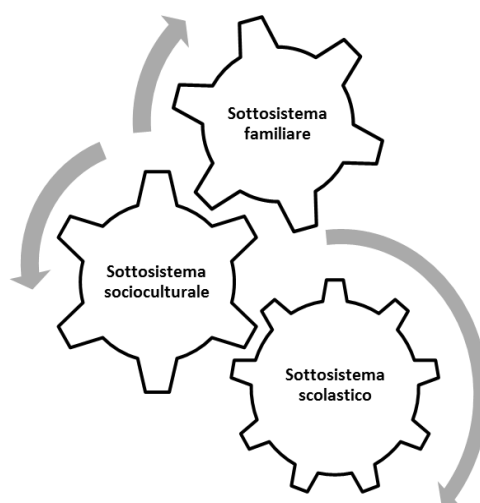


Fig. 1.1. Il sistema educativo ed i suoi tre sottosistemi principali (Melgarejo, 2013)

costituire un congiunto, il sistema educativo, cioè un insieme che va molto più in là delle singole parti di cui è composto. Ogni sottosistema del sistema educativo (Fig. 1.1) è rappresentato da tre ingranaggi in contatto tra loro: se uno di questi ingranaggi non funziona o si muove in direzione opposta agli altri due tutto il meccanismo si inceppa e gli alunni rimangono bloccati durante il loro processo di costruzione cognitiva ed affettiva.

Il cuore del sistema educativo sono i valori della società che si articolano in ciascun sottosistema affinché possano implementarsi e che ogni sistema educativo reitera e trasmette alle nuove generazioni. Ad esempio, nel caso della Finlandia tali valori sono equità ed efficienza, nel caso dell'Italia sono valori di libertà e uguaglianza (Linnakylä, 1996). In Finlandia, a seguito di politiche non solo scolastiche ma anche economiche, i sottosistemi familiari e sociali si rafforzano l'un l'altro affinché il terzo ingranaggio, la scuola, garantisca che tutti gli alunni abbiano le stesse opportunità, poiché viene dato per certo che senza pari opportunità il merito si ridurrebbe a semplice competizione tra privilegiati. Il felice esito del sistema di educazione finlandese è sotto gli occhi di tutti ed è un successo omogeneo in tutto il paese, poiché generalmente la varianza interna dei risultati PISA-OCSE finlandesi è la seconda più bassa dei paesi analizzati (OECD PISA 2015). Questo significa che la differenza tra i centri selezionati per lo studio è scarsa. I test PISA nel corso degli anni mostrano che questi risultati di eccellenza sono stabili nel tempo, al contrario dei risultati di altri paesi (per esempio Italia e Spagna), dove sono registrate fluttuazioni in positivo o in negativo molto pronunciate. La tendenza alla stabilità del miglioramento è corroborata dalle rilevazioni PISA (2003-2015) nel corso del tempo, non solo per la competenza lettoria, ma anche per le competenze dell'asse matematico scientifico. Tuttavia, se si prende in considerazione anche l'indice TIMSS per la classe 4^a della scuola primaria, si può notare che i risultati ottenuti dagli alunni italiani (Fig. 1.2) non sono poi così lontani da quelli ottenuti nei paesi scandinavi (Fig. 1.3).

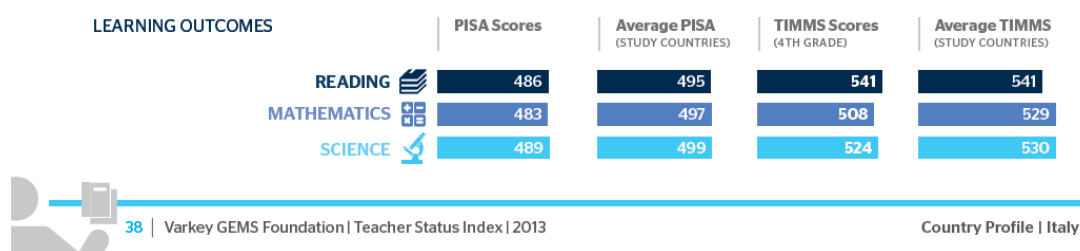


Fig. 1.2. Risultati italiani secondo gli indici PISA e TIMMS
(Fonte <https://www.varkeyfoundation.org/teacherindex>)

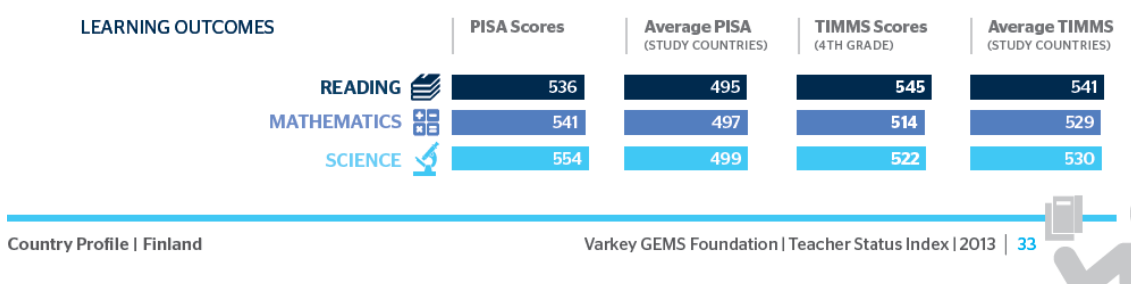


Fig. 1.3. Risultati finlandesi secondo gli indici PISA e TIMMS
(Fonte <https://www.varkeyfoundation.org/teacherindex>)

Questo avviene nonostante l'investimento in educazione di questi ultimi sia molto più elevato (Danimarca: 7,7% del PIL, Norvegia: 6,4% del PIL, Italia: 4,5% del PIL secondo i dati relativi al decennio 2006-2016 della Banca Mondiale, reperibile <https://ec.europa.eu/eurostat/web/national-accounts/data/database>) ed il loro stato sociale, molto più sviluppato che in Italia, offra maggiore appoggio sociale per le pari opportunità non solo per gli studenti, ma in generale per ogni componente della società. Questo vale non solo per le rilevazioni PISA ma anche per altri indici di ricerca quali il TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study, IEA 2011). Considerato questo, si può dire che i risultati degli alunni italiani – almeno nel I ciclo di istruzione - sono più positivi di quanto non venga detto usualmente dai mezzi di comunicazione, e questo è dovuto al fatto che gli insegnanti, appartenenti al sottosistema scuola, suppliscono con la loro creatività ed il loro lavoro, spesso mal retribuito o retribuito solo in parte, alla mancanza di risorse economiche e al riconoscimento sociale del proprio lavoro. In aggiunta a questo, in Finlandia la scuola è orientata come un'organizzazione di apprendimento dove i docenti hanno un carico burocratico minimo¹; in Italia, al contrario, molto spesso i docenti ricoprono incarichi aggiuntivi all'interno della scuola e spesso sono oberati di lavoro amministrativo che esula completamente dal loro compito educativo e che compete di più a ruoli di segreteria. In Finlandia, inoltre, esiste un corpo docente di livello culturale molto elevato, ben remunerato, con buone condizioni di lavoro ed un gran prestigio e riconoscimento sociale, mentre l'Italia a tal riguardo si posiziona tra i paesi più svantaggiati (Fig. 1.4 e 1.5).

¹ <https://www.tuttoscuola.com/sistema-finlandese-quello-dovremmo-imparare/>

² <https://www.lavorareascuola.it/compito-di-realta/>

³ La scala Likert è una tecnica per la misura di dell'accordo/disaccordo degli intervistati su certe affermazioni

KEY INDICATORS			
 Population (million)	60.9	 GDP per capita (\$)	29,840
 Public expenditure on education (% of GDP)	1.93	 Qualifying teacher wage (\$)	18,890
		 Teacher Status Index	13

Fig. 1.4. Teacher Status Index relativo all'Italia
(Fonte <https://www.varkeyfoundation.org/teacherindex>)

KEY INDICATORS			
 Population (million)	5.4	 GDP per capita (\$)	34,660
 Public expenditure on education (% of GDP)	2.54	 Qualifying teacher wage (\$)	20,300
		 Teacher Status Index	28.9

Fig. 1.5. Teacher Status Index relativo alla Finlandia
(Fonte <https://www.varkeyfoundation.org/teacherindex>)

Il report sottolinea inoltre la correlazione tra la retribuzione dei docenti ed i risultati raggiunti dagli alunni, anche se questo aspetto necessita di ulteriori investigazioni ed approfondimenti per capire come la performance degli alunni possa essere legata all'entità delle risorse che un paese investe nel proprio sistema educativo, nel processo di selezione degli insegnanti e a come e quanto gli insegnanti vengono retribuiti. In Italia inoltre, a causa della crisi economica e dell'aumento della burocrazia a carico dei docenti, la scuola si è convertita in un campo di conflitto politico e, al cambiare dei governi, le uniche misure che si prendono hanno una prospettiva con un corto orizzonte temporale, senza una strategia strutturata ed organica per il futuro. Una riforma nuova ogni 5 anni, o forse anche meno, non permette di consolidare un modello educativo nè di allontanare l'educazione dalla diatriba politica, né tantomeno di fornire risposte efficaci ed efficienti ad un mondo in rapida evoluzione. A questo vanno aggiunti i sempre più frequenti conflitti di competenza tra istituzioni a seguito della riforma del titolo V della Costituzione Italiana (Legge Costituzionale 3/2001 *Gazzetta Ufficiale* n. 248), che ha determinato un sostanziale ampliamento dei compiti e delle funzioni attribuite a comuni, province e regioni mediante un minore potere di controllo sulle regioni da parte dello Stato e l'ampliamento dei poteri di intervento normativi delle regioni in alcuni settori fondamentali, come la tutela ambientale e l'istruzione. A complicare il quadro generale si è aggiunta la normativa sull'autonomia, che venne introdotta con la Legge 537/1993 e ripresa con la riforma Bassanini del 1997 (Legge 59 del 17 marzo 1997), dove viene definita l'articolazione dell'attività didattica e si introduce il principio sulla flessibilità oraria dei docenti e il patto scuola-famiglia. Tutto ciò ha portato, più che ad una reale autonomia scolastica gestionale, ad una babele di interventi discontinui ed incoerenti - è sufficiente prendere visione dei POF e/o PTOF di qualsiasi istituto scolastico per rendersi conto delle molteplici iniziative proposte - che hanno suddiviso in mille rivoli le già esigue risorse economiche messe a disposizione dallo stato centrale.

1.2. LO STATO ATTUALE DELL'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE E DELL'EDUCAZIONE AMBIENTALE NELLA SCUOLA SECONDARIA IN ITALIA

Come raccomandano le Indicazioni Nazionali 2012 e come viene ribadito nell'aggiornamento delle stesse "Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari", pubblicato dal MIUR a gennaio 2018 (<http://www.miur.gov.it/documents>), le competenze chiave di cittadinanza attiva, da conseguire a conclusione del primo ciclo di istruzione, coinvolgono tutte le discipline, ciascuna delle quali può offrire importanti contributi. Tale aggiornamento specifica che non è necessario che i docenti insegnino argomenti diversi e straordinari ma è importante che selezionino le informazioni essenziali che devono divenire conoscenze durevoli e predispongano percorsi ed ambienti di apprendimento in modo che le conoscenze acquisite alimentino abilità e competenze culturali, metacognitive, metodologiche e sociali per nutrire la cittadinanza attiva. Le Scienze sono una delle discipline che possono non solo contribuire in misura maggiore, ma anche svolgere un ruolo chiave nella costruzione del pensiero logico e critico a cui fanno riferimento le Indicazioni Nazionali, poichè consente agli studenti di acquisire la capacità di leggere la realtà che li circonda in modo razionale, sistematico e sistemico. In ambito scientifico risulta, infatti, fondamentale dotare gli allievi delle abilità di rilevare fenomeni, porre domande, costruire ipotesi, osservare, sperimentare e raccogliere dati, formulare ipotesi conclusive e verificarle. In altri termini, la conoscenza del metodo sperimentale consente agli studenti la sua applicazione in diversi ambiti disciplinari, così come in diversi contesti della loro vita nei quali si possono trovare ad operare e consente loro di affrontare situazioni e problemi con spirito critico e con atteggiamento responsabile. L'insegnamento delle Scienze deve avere dunque come finalità quella di educare gli studenti ad un metodo di indagine fondato sull'osservazione dei fatti e sulla loro interpretazione, con spiegazioni e modelli sempre suscettibili di revisione e di riformulazione (Omnis, 2018). Inoltre, come sostenuto da Bachiorri e Puglisi (2018), per un'educazione alla cittadinanza bisogna concentrarsi non solo sugli aspetti cognitivi, ma occorre tener presente anche la dimensione personale, coinvolgendo valori, attitudini e modi di essere in prospettiva di un'educazione per lo sviluppo sostenibile: il ruolo degli insegnanti diventa dunque un ruolo strategico ed importante, quello di tradurre - cioè - in pratiche pedagogiche coinvolgenti l'apprendimento significativo a partire dal *frame* del dibattito sulla sostenibilità (i.e. sistema, complessità, limite, incertezza, diversità etc.). Si ritorna quindi a quanto sostenuto in precedenza: l'educazione non deve favorire solo lo sviluppo intellettuale, ma anche quello della volontà e della sfera emotiva così da fornire all'uomo/donna *in fieri* strumenti utili per una nuova cultura, al cui centro ci sia l'interesse di e per l'essere umano combinato con l'interesse di e per tutto ciò che lo circonda. Tutto il mondo riconosce la complessità e la gravità dei problemi ambientali, però non è ancora chiaro per tutti che, come detto in precedenza, tali problemi non possono avere soluzione in un paradigma che favorisce una visione parziale e frammentata del mondo (García, 2000). Dunque è più importante ed utile "ambientalizzare" il curriculum che non introdurre un nuovo corso o una nuova materia a scuola. Le interazioni tra l'essere umano e la natura sono talmente complesse che la comprensione ed il miglioramento di questa relazione richiedono l'appoggio e la partecipazione di tutte le discipline scolastiche, ed il successo di qualsiasi azione volta a risolvere i seri problemi attuali dipenderà dal grado di coinvolgimento e di partecipazione attiva di un ampio congiunto di persone ed istituzioni.

1.2.1. L'educazione ambientale e le Scienze

L'Educazione Ambientale implica quattro dimensioni: la dimensione epistemologica, la dimensione psicologica, quella sociologica e per finire quella ideologica (Soria, 2007). È necessario cercare di integrare e rendere complementari le distinte discipline implicate nell'Educazione Ambientale, nella ricerca di una prospettiva complessa che sia specifica su quali conoscenze, abilità e competenze insegnare e sviluppare. La prospettiva costruttivista segnala una delle fonti iniziali di informazione, cioè la conoscenza previa degli alunni: la conoscenza quotidiana presente nel contesto sociale, la problematica ambientale legata a problemi locali, la conoscenza scientifica e tecnologica e i referenti ideologici per la formazione ed evoluzione della conoscenza. Sinteticamente, chi organizza e programma i contenuti di Educazione Ambientale dovrebbe considerare che:

- la conoscenza scaturisce dall'integrazione tra la conoscenza socialmente organizzata e quella quotidiana, come un sistema di idee gerarchizzato, dinamico, processuale ed organizzato che evolve in interazione con altri sistemi di idee;
- la conoscenza finale è la meta per l'insegnamento integrato nel contesto dell'apprendimento;
- la conoscenza finale si raggiunge attraverso l'arricchimento e la "complessazione" della conoscenza previa e quotidiana;
- la conoscenza si realizza a partire dall'integrazione didattica della conoscenza metadisciplinare, la pratica ambientale e la conoscenza quotidiana;
- la conoscenza va concepita come graduale e progressiva fino a raggiungere modelli più rigorosi e capaci di intervenire nell'ambito quotidiano (González, 2017).

In questo contesto la conoscenza generata dalla Scienza intesa olisticamente ha molto da apportare alla costruzione di visioni più complesse sulla dipendenza delle società umane dai beni e servizi forniti dall'ambiente. I problemi ambientali comprendono sia aspetti ecologici che sociali, e risolvere problematiche ambientali è strettamente relazionato con la soluzione di conflitti di tipo sociale. Le grandi differenze socio-economiche e politiche tra gruppi o settori sociali sono riconosciuti tra i principali ostacoli per lo sviluppo armonico delle società umane (Gonzales, 1999). Riflettendo sul ruolo giocato dall'educazione sullo Sviluppo Sostenibile, ci si rende conto che l'istruzione da sola, pur rappresentando una buona base di partenza, non è sufficiente per ottenere l'inversione di rotta ad oggi necessaria e cioè quella per la transizione verso uno sviluppo che consideri il benessere di tutti i gruppi umani mantenendo i processi ecologici che sostentano il funzionamento della biosfera (Reyes, 1997; Andelman, 2003). Parallelamente a programmi educativi e scolastici, è necessario stimolare progetti in aree di azione distinte: programmi di incentivo economico, promozione della salute, attenzione alle infrastrutture rurali ed urbane, etc. Il concetto di ambiente non si può ridurre strettamente alla conservazione della natura, a problemi di contaminazione o alla deforestazione. Il concetto è molto più ampio e profondo e deriva dalla complessità dei problemi, dalle potenzialità ambientali, non solo nei sistemi naturali ma anche in quelli sociali (Torres, 2003). Tilbury (1995) afferma che l'educazione ambientale è, tra le altre cose, educazione critica che implica la formazione di persone e cittadini consapevoli e socialmente critici. Il pensiero critico è dunque uno degli aspetti fondamentali e necessari che tutti i cittadini dovrebbero sviluppare per partecipare attivamente alla società e, in questo modo, costruire una società più giusta e sostenibile (Dam&Volman, 2004). Il pensiero critico permette infatti di comprendere a fondo le problematiche ambientali, che sono complesse e che spesso implicano una scelta afferente al campo dei valori. Esso ci permette di porci

domande, di riflettere riguardo alla nostra relazione con l'ambiente, i nostri valori, le nostre posizioni e la nostra condotta. L'esercizio del pensiero critico è molto esigente, proprio perchè implica la messa in discussione di opzioni personali e sociali, la ricerca di coerenza e pertinenza che ci guidi nella trasformazione o al miglioramento delle nostre relazioni con l'ambiente (Sauvé, 2001). L'educazione ambientale non è inserita nel curriculum come materia a sé, né si esplica solo a livello educativo, nel senso scolastico del termine. Questo ha portato ad applicazioni e sviluppi molto diversi; per questo è necessario, prima di proseguire, concentrarci su alcune parole ed ambiti specifici. Uno dei principali problemi dell'educazione ambientale è la sua mancanza di definizione univoca e condivisa, non solo dal punto di vista accademico ma anche dal punto di vista pratico.

Le Scienze ed in particolare le Geoscienze, in quanto scienze di sintesi, apportano conoscenze ambientali molto rilevanti per l'educazione ambientale stessa. Le Geoscienze, nella loro componente ecologica, possono essere considerate come anello di congiunzione tra la natura e la società. L'educazione ambientale ha a che fare con un certo modo di vedere il mondo: in questo modo si introduce la dimensione etica come altra caratteristica fondamentale dell'educazione ambientale (Viola, 2000). Inoltre l'educazione ambientale è relazionata con la partecipazione ed il successo di determinate azioni, cioè l'essere capaci di cambiare situazioni critiche, e dunque è anche focalizzata sull'importanza di sapersi spiegare, saper esporre e presentare con chiarezza petizioni e proposte a chi ha l'autorità di prendere decisioni. La trattazione della problematica ambientale richiede una sintesi tra una formazione generale ed una specialistica: è necessario iniziare da una visione ampia, aperta, sistemica ed olistica che ci permetta di osservare il problema in tutta la sua grande complessità, con tutte le relazioni ed interazioni, con la sua storia così come la sua evoluzione, con il fine di comprendere le cause che lo originano e poter agire di conseguenza consapevolmente. L'applicazione specifica di determinate conoscenze seguirà da sé, tenendo sempre presente che la conoscenza ambientale è una conoscenza di un processo in fieri ed in quanto tale relativa, non assoluta, definita ma non definitiva.

1.2.2. Dall'educazione ambientale all'educazione per lo Sviluppo Sostenibile

Anche se l'educazione ambientale come costrutto pedagogico già emerge con Rousseau (1712-1778) che afferma che "la natura è la nostra prima maestra", considerando la natura come uno strumento ed una risorsa educativa, in questa sede aderiamo al concetto di educazione per lo sviluppo sostenibile, come proposto da Missiacos (2017), intendendola come la capacitazione per un'azione cosciente il cui obiettivo è apprendere per cambiare, e che trova come migliore strategia la partecipazione in progetti reali di trasformazione e cambiamento, così come segnalato da Martínez (2014), ed in ultimo che induca il manifestarsi di idee nuove, lo sviluppo dell'economia, di società resistenti, resilienti, salutari e sostenibili. Già il rapporto Delors "*Nell'educazione un tesoro*" (1996) sottolineava che, per progredire nello Sviluppo Sostenibile, bisogna riconoscere il cambiamento, promuovere la responsabilità collettiva attraverso una partecipazione costruttiva, attuare con determinazione e sostenere l'inalienabilità della dignità umana. Per tutto questo l'educazione deve offrire strumenti per apprendere a conoscere, a fare, a vivere insieme, ed a imparare ad essere: in sintesi a trasformarsi in cittadini consapevoli e responsabili.

Attualmente, infatti, ci troviamo di fronte alla necessità di riformulare il nostro stile di vita orientandoci verso l'austerità e la semplicità in usi e costumi, a causa del modello di sviluppo, ed ai

suoi effetti a livello globale, basato sul consumo insostenibile delle risorse. Ci troviamo dunque in un momento di crisi (Bonil et al., 2010), che emerge dalla compresenza di tre crisi simultanee: socio-ambientale, di valori e di conoscenza, le quali provocano un deterioramento veloce ed incessante di tutti gli ecosistemi e l'esaurimento di risorse naturali. Questo è il contesto in cui sorge una nuova maniera di pensare il mondo, che permette di generare una nuova relazione tra l'essere umano e l'ambiente circostante, dove la natura è rispettata e curata dall'umanità (Briggs, 2001). Novo (1996) sostiene che il pilastro dell'educazione ambientale è l'etica, e questa nuova idea implica abbandonare l'antropocentrismo e l'egocentrismo riconoscendo che la vita umana non è più importante di altre forme di vita e quindi che le risorse naturali non sono solo suo appannaggio, ma sono per tutte le specie che abitano il pianeta (Fig. 1.6).

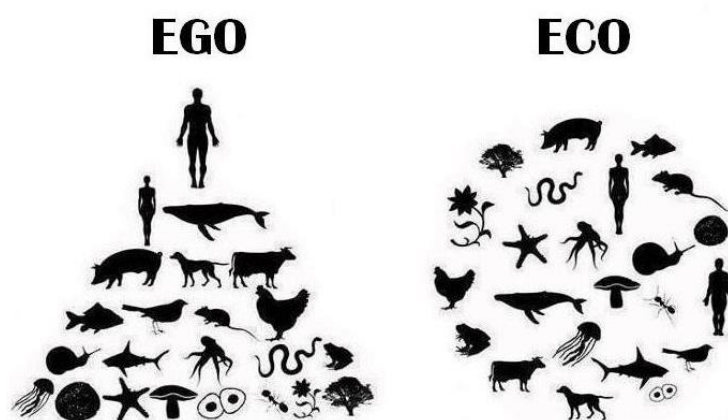


Fig. 1.6. Cambio della prospettiva dei rapporti Uomo-Natura.
 (Fonte <http://www.chalquist.com/writings/egoeco/>)

In questo contesto il ruolo dell'essere umano è quello di produrre coscienza per garantire la difesa e salvaguardia di tutti gli ecosistemi. Secondo Folch (1999), la crisi di valori di riferimento a livello sociale nelle ultime decadi provoca la necessità di costruire una nuova società basata sul concetto di sostenibilità. In questo senso la sostenibilità non costituisce soltanto un nuovo concetto ma anche la versione di una nuova cultura, cioè una nuova gerarchizzazione di valori. Perciò sono necessarie nuove forme di relazioni tra le persone, tra gli stati e l'ambiente, senza però porre limiti allo sviluppo umano e ad una qualità di vita degna. Per ottenere questo l'educazione gioca un ruolo essenziale, poiché promuove iniziative per contribuire allo Sviluppo Sostenibile. Bisogna fare un salto di qualità e passare dall'educazione ambientale all'educazione alla sostenibilità: questo implica l'educazione a valori come solidarietà, uguaglianza, rispetto tra persone, paesi, culture e generazioni. Con lo sviluppo di questi valori ci si incammina verso una relazione armonica con la natura ed il soddisfacimento delle necessità della generazione attuale senza compromettere quelle delle generazioni future (UNECE, 2012). La sostenibilità ambientale è, per quanto detto finora, molto probabilmente la maggior sfida che ci si pone davanti, come educatori, come cittadini e come genitori. Di fronte ad un panorama di degrado ambientale, unito a scarsità d'acqua, perdita di biodiversità, contaminazione di fiumi ed oceani, riscaldamento globale, insieme a molti altri problemi, si è resa evidente la necessità di formare dei cittadini che abbiano le competenze per far fronte a queste sfide e per trovare soluzioni consone. Affinchè l'Italia, come anche altri paesi, riesca ad imboccare il cammino della sostenibilità, è necessaria una strategia integrale di educazione e

comunicazione che favorisca le conoscenze, i valori e l'atteggiamento di responsabilità e rispetto necessari per ottenere un ambiente in salute. Attualmente lo sviluppo della tecnica e della conoscenza scientifica, dell'informazione e della comunicazione sono fattori che permettono di conoscere la situazione in cui versa il mondo *hinc et nunc* in maniera quasi istantanea; nonostante ciò, questi progressi non sono stati sufficientemente utilizzati per generare una coscienza ambientale. Come sostiene Galimberti nel suo saggio *"Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica"* (2002) nonostante i progressi tecnologici che incidono fortemente sull'ordine della natura, siamo tuttora sprovvisti di un'interiorizzazione psicologica dell'etica nei suoi confronti. I ritmi attuali di produzione e consumo sono insostenibili ed hanno avuto come conseguenza l'aggravamento e la diffusione di problematiche legate alla povertà e alla distruzione degli ecosistemi. Questi ritmi sono legati al concetto convenzionale di sviluppo e, come riporta Sachs (1993), lo sviluppo è soprattutto un modo di pensare; Viola (2000) aggiunge che è un poderoso filtro intellettuale della percezione del nostro mondo contemporaneo. La tendenza ad identificare lo sviluppo con una crescita quantitativa esponenziale ed illimitata ha spinto i governi nazionali a considerare il mondo come il palcoscenico di una lotta economica, in cui tutti i paesi competono per una posizione più elevata nel PIL (Prodotto Interno Lordo, fig. 1.7), cioè tutta la ricchezza mondiale prodotta dalla società globale, senza contare però i danni ambientali derivati dalla produzione di tale ricchezza.

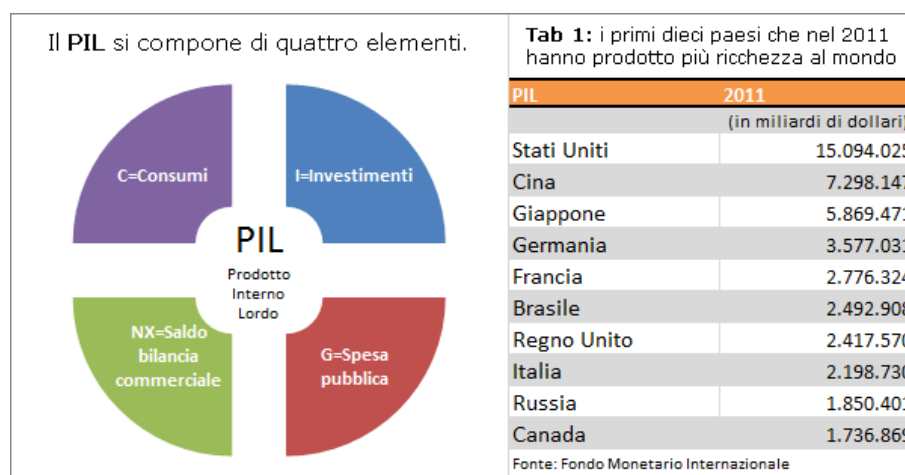


Fig. 1.7. Prodotto Interno Lordo.
(Fonte <https://www.borsainside.com/finanzainside/pil/>)

L'aumento di produttività come scopo ultimo dello sviluppo industriale continua ad essere al centro del concetto di sviluppo, non solo nel Nord del mondo, anche quando ci si rende conto che la crescita della produzione materiale non ha di certo garantito un'equa distribuzione della ricchezza generata e che è causa diretta del depredamento delle risorse naturali (Rapporto Oxfam, 2018). Il concetto di sostenibilità, sia che lo si associ al concetto di sviluppo che a quello di società, si può intendere con diverse sfumature (Sachs, 1993):

- sostenibilità intesa come "crescita economica sostenuta", cioè non smettere di crescere, non smettere di produrre sviluppo nell'accezione convenzionale, però con degli aggiustamenti di carattere economico e tecnologico. Questa interpretazione ha come problema principale un'implicita quanto irrisolvibile contraddizione: lo sviluppo in maniera infinita in un mondo finito;

- sostenibilità che è cosciente dei limiti imposti dalla natura e che esige di ripensare integralmente le forme di approvvigionamento delle risorse naturali. In questa accezione si ha una preoccupazione esplicita per le generazioni future e l'attenzione per la resilienza degli ecosistemi;
- sostenibilità intesa come la messa in discussione e dunque la revisione di tutti gli elementi (etico, sociale, politico, economico ed ecologico) che sottendono alle relazioni umane e al loro rapporto con la natura.

Le linee di pensiero sulla sostenibilità non si esauriscono in queste note, che però aiutano a comprendere la complessità del dibattito. Quindi possiamo definire la sostenibilità come un concetto aperto, che presenta una pluralità di interpretazioni, che però devono integrarsi in un dialogo contestualizzato, a livello culturale e regionale, più che essere incasellate e cristallizzate come prese di posizioni diverse. A prescindere da come si intende la sostenibilità, i docenti dovrebbero considerare le seguenti dimensioni:

- ecologica, riferita alla preoccupazione per gli ecosistemi e alla garanzia di preservare la base materiale di cui si sostentano le società umane;
- economica, che implica assicurare tanto le opportunità di lavoro, in un contesto di equità, quanto il flusso di beni e servizi che soddisfino le necessità della società;
- sociale, che si riferisce alla necessità di costruire una cittadinanza che ricerchi e garantisca il pieno coinvolgimento di tutti gli attori della società (Guimaraes, 1994). In questa accezione la sostenibilità è una lotta per la diversità, il che significa porre lo stesso grado di attenzione per proteggere la diversità biologica e l'educazione ambientale per la sostenibilità, ma anche per proteggere la pluralità politica ed ideologica nelle società moderne (Barkin, 2001).

Nonostante questo ampio spettro di definizioni, tutte condivisibili e complementari tra loro, i concetti basilari della sostenibilità sono riducibili a due: il concetto delle necessità e quello dei limiti naturali con cui deve fare i conti un pianeta finito.

1.2.3. L'educazione allo Sviluppo Sostenibile e l'Agenda 2030

Il riconoscimento dell'educazione come strumento rilevante per raggiungere la sostenibilità era già stato ampiamente esplicitato nel programma dell'Agenda 21, in cui l'UNESCO ha definito l'educazione per lo Sviluppo Sostenibile non solo come strumento ma come catalizzatore sociale per il cambiamento, stabilendo molti legami con l'educazione alla cittadinanza. A fine settembre del 2015 a New York le Nazioni Unite realizzarono un summit dedicato all'approvazione dell'agenda per lo sviluppo dopo il 2015, conosciuta come Agenda 2030 (<https://www.unric.org/it/agenda-2030>). Tre mesi dopo entrano in vigore i 17 obiettivi e le 169 mete per lo sviluppo sostenibile. La meta 4.7 segnala che entro il 2030 si deve assicurare che tutti gli alunni acquisiscano le conoscenze teoriche e pratiche necessarie per promuovere lo Sviluppo Sostenibile. Inoltre, come sostiene Sterling (2014), il cambiamento verso la sostenibilità dipende dal cambiamento del modo di pensare; la differenza fra un futuro caotico ed uno sostenibile risiede nella differenza di pensiero. L'educazione negli ultimi 30 anni è stata ristrutturata e ri-confezionata per conformarla alla filosofia ed ai bisogni emergenti del mercato: l'influenza manageriale è ora visibile in tutto il mondo nella maggior parte dei sistemi educativi occidentali, basti pensare all'impostazione privatistica dei college americani ed ai cambiamenti – nella medesima direzione- delle recenti riforme scolastiche (Legge 30 dicembre 2010, Legge 13 luglio 2015, n. 107).

Oggi più che mai l'educazione è soggetta, in nome della "qualità" ad un'enfasi incessante sul controllo e la responsabilità: di fatto, però, il malfunzionamento, la tensione e la costrizione a competere stanno ampiamente compromettendo la qualità dell'esperienza educativa e della vita di educatori e discenti (Sjøberg, 2018). Benché infatti i governi si dicano preoccupati per i fenomeni dell'emarginazione sociale e dell'abbandono scolastico, propugnano linee politiche che instaurano un modello competitivo che sfavorisce le scuole in situazioni e contesti di svantaggio. Bisognerebbe riappropriarsi, partendo dalle sedi istituzionali, dell'originale significato della parola *competere* il cui etimo riporta ad una visione condivisa che l'educazione non dovrebbe mai perdere: come ci suggerisce Dionigi (2016), competere non veicola l'idea di prevaricazione e di distinguersi per arrivare primi tra tanti bensì significa *"correre insieme verso la stessa meta o andare insieme nella stessa direzione"*. L'ossessione della valutazione, del controllo e del ranking, inoltre, nega l'evidenza di quello che tutti gli insegnanti hanno sempre saputo e sostenuto: i giovani, come tutti noi, apprendono e lavorano meglio in un contesto dove ricevono riconoscimento, fiducia, sostegno ed incoraggiamento, tempo e spazio, piuttosto che paura e stress. L'educazione, compresa l'educazione allo Sviluppo Sostenibile, e l'apprendimento degli studenti si devono basare sulla qualità della relazione e del processo di apprendimento e non su quella del prodotto, ma questo dato fondamentale si è spesso perduto nel contesto educativo attuale. In sostanza è necessario un altro paradigma educativo (Cfr. Cap 2.1.1) che ci indichi percorsi costruttivi e che ci conduca nella profondità e complessità delle cose per raggiungere una cultura educativa che sviluppi ed incarni la teoria e la pratica della sostenibilità in modo criticamente consapevole: si tratta di un orientamento pedagogico molto diverso da quello tradizionale, che mette in rilievo la comunità (Fig. 1.8), la creatività e la costruzione di abilità piuttosto che il controllo, l'adattamento e la dipendenza (Sterlig, 2014).



Fig. 1.8. Passaggio da un orientamento educativo competitivo ad uno collaborativo

È necessario delineare un'alternativa democratica ed ecologica al discorso dominante che, negli ultimi anni e attraverso numerosi cambiamenti economici, ha spazzato via tutto come se nessun'altra alternativa fosse possibile, e cioè una visione che parta dagli approcci educativi umanistici del passato ma che tenga anche in considerazione i nuovi sviluppi non solo scientifici ma anche quelli riguardo alla teoria della complessità, la teoria sistemica, la teoria dell'apprendimento e l'imperativo incalzante della sostenibilità. La crisi dell'ambiente, la crisi dello sviluppo, la crisi dell'energia non sono separate, sono un tutt'uno. L'educazione a favore di una transizione verso la sostenibilità significa non solo criticare buona parte del pensiero e della prassi correnti, ma anche definire e progettare un'alternativa credibile e praticabile per tutta la comunità (educante e non). Al posto del modello dominante basato sulla manipolazione, sul controllo e sulla dipendenza (Marina, 2017) il paradigma ecologico enfatizza il valore della costruzione di capacità, dell'innovazione, favorendo e sostenendo l'organizzazione autonoma dell'individuo e della comunità, in quanto fondamento della sostenibilità e del buon funzionamento di tutti i sistemi. Sono state individuate dal Parlamento

Europeo (2006/962/CE) otto caratteristiche chiave che saranno necessarie ai cittadini del XXI secolo per affrontare e partecipare in maniera costruttiva a quelle che saranno le principali sfide globali:

- considerare i problemi in un contesto globale e agire localmente;
- lavorare con responsabilità e collaborazione;
- accettare le differenze culturali;
- pensare in maniera critica e sistemica;
- risolvere i conflitti senza violenza;
- cambiare lo stile di vita per proteggere l'ambiente;
- difendere i diritti umani;
- partecipare alla vita politica.

Tutte queste caratteristiche, oltre a far parte dell'Agenda 2030, vengono trattate nell'educazione allo Sviluppo Sostenibile e sono state prese come spunto per realizzare l'attività didattica per docenti e discenti al centro di questa sperimentazione.

1.2.4. L'Educazione allo Sviluppo Sostenibile attraverso le Geoscienze

Le Geoscienze rappresentano un punto di partenza multiforme e sfaccettato, non solo per i vari collegamenti interdisciplinari che permettono, ma anche perché sono presenti nel curriculum dell'intero primo ciclo di istruzione. Le discipline che rientrano nel curriculum della scuola Primaria e della Scuola Secondaria di I Grado infatti devono concorrere in modo integrato alla costruzione delle conoscenze e abilità che devono confluire in apprendimenti duraturi ed efficaci, e questo può essere raggiunto più facilmente se tutti i docenti del consiglio di classe collaborano per raggiungere questo obiettivo partendo dalla realtà quotidiana degli alunni. Quindi le Geoscienze permettono di potenziare nel percorso di studio l'impostazione metodologica, mettendo in evidenza i modi di ragionare, le strutture di pensiero e le informazioni trasversali, evitando così la frammentarietà nozionistica dei differenti contenuti. Gli studenti potranno così riconoscere in quello che studiano un'unitarietà della conoscenza.

Grazie ai richiami graduali lungo tutto l'arco degli anni scolastici del primo ciclo di istruzione, verranno focalizzati alcuni grandi organizzatori concettuali quali equilibrio, energia, sistema complesso etc. Gli argomenti trattati dalle Geoscienze, in forza della propria multidisciplinarietà, poichè spaziano dall'ambiente marino a quello terrestre, dal discorso delle risorse a quello dell'energia, permettono l'acquisizione di apprendimenti indispensabili, come chiariscono le Nuove Indicazioni Nazionali (2012), per capire *"...la complessità della realtà, per l'analisi di problemi e per la gestione di situazioni complesse, per la cooperazione e l'apprendimento sociale, la sperimentazione, l'indagine, la contestualizzazione nell'esperienza, la laboratorialità, che sono tutti fattori imprescindibili per sviluppare competenze, apprendimenti stabili e significativi, dotati di significato e di valore per la cittadinanza"*. Risulta fondamentale, inoltre, l'attività pratica attraverso cui gli studenti possano acquisire la capacità di descrivere la loro attività di ricerca in elaborati di vario tipo (racconti orali, testi scritti, immagini, disegni, schemi, mappe, tabelle, grafici), riassumendo il problema affrontato, sintetizzando le diverse fasi dell'esperimento progettato, la sua realizzazione e i suoi risultati, descrivendo le difficoltà incontrate, le scelte adottate, le risposte individuate, acquisendo, con il proseguire dell'attività, non solo il metodo ma anche il linguaggio scientifico e specifico.

Da quanto detto le Geoscienze, combinate con l'educazione allo Sviluppo Sostenibile, pur non afferendo ad una disciplina specifica, giocano un ruolo essenziale, principalmente grazie alla loro trasversalità e alla loro complessità. In questa sede si è dunque realizzata una serie di attività che, partendo dalle Geoscienze, ha affrontato varie problematiche di carattere ambientale che hanno coinvolto gli alunni, tenendo presenti le seguenti necessità già segnalate dalle Indicazioni Nazionali:

- valorizzare l'esperienza e le conoscenze, per consentire agli alunni di ancorare nuovi contenuti e ampliare il loro bagaglio culturale;

- favorire l'esplorazione e la scoperta per destare curiosità nei ragazzi, promuovendo il gusto per la ricerca e per nuove conoscenze. Inoltre è fondamentale sollecitare gli alunni a individuare problemi, a sollevare domande, a mettere in discussione le conoscenze già elaborate, a trovare appropriati strumenti d'indagine ed infine a cercare soluzioni originali;

- incoraggiare l'apprendimento collaborativo, per valorizzare la "dimensione sociale" dell'apprendimento, la quale svolge un ruolo significativo in quanto imparare è un atto sociale mediato dall'aiuto reciproco, dall'apprendimento cooperativo, dall'apprendimento tra pari: *"La ricerca sperimentale, individuale e di gruppo, rafforza nei ragazzi la fiducia nelle proprie capacità di pensiero, la disponibilità a dare e ricevere aiuto, l'imparare dagli errori propri e altrui, l'apertura ad opinioni diverse e la capacità di argomentare le proprie"* (Indicazioni Nazionali e nuovi scenari, 2018);

- promuovere la consapevolezza del proprio modo di apprendere, al fine di aiutare gli studenti ad acquisire un metodo di studio con l'obiettivo di fornire loro gli strumenti per imparare ad imparare;

- realizzare attività didattiche in forma di laboratorio, per favorire l'operatività e allo stesso tempo il dialogo e la riflessione su quello che si fa e sul perchè e come lo si fa. Come riportano le Indicazioni Nazionali infatti il laboratorio rappresenta *"la modalità di lavoro che meglio incoraggia la ricerca e la progettualità, coinvolge gli alunni nel pensare, realizzare, valutare attività vissute in modo condiviso e partecipato con altri, e può essere attivata sia nei diversi spazi e occasioni interni alla scuola sia valorizzando il territorio come risorsa per l'apprendimento"*.

Le Geoscienze, dunque, permettono non solo di abbracciare una serie di argomenti interdisciplinari ma anche di veicolare, attraverso l'attività pratica, concetti logico matematici e connettori causali quali: prima-dopo, causa-effetto, se-allora. Come sottolineato nelle Nuove Indicazioni Nazionali, la matematica mediata dalle Geoscienze *"fornisce strumenti per indagare e spiegare molti fenomeni del mondo che ci circonda, favorendo un approccio razionale ai problemi che la realtà pone e fornendo, quindi, un contributo importante alla costruzione di una cittadinanza consapevole"*.

1.3. OBIETTIVI E FINALITÀ DELLA RICERCA

Per collegarsi agli obiettivi nazionali e - nel contempo - trovare nuovi approcci efficaci alla didattica delle Scienze, è stato intrapreso uno studio sperimentale incentrato su argomenti legati alle Geoscienze ed in particolare ai Geomateriali. Tale scelta, inoltre, è scaturita dalle molteplici connessioni permesse dall'argomento con altre le materie scientifiche (Chimica, Scienza della Terra, Educazione Ambientale etc.) e con le altre discipline curriculari (Matematica, Geografia, Storia, Tecnologia etc.) e permette al contempo la sensibilizzazione delle nuove generazioni verso l'ambiente, le risorse naturali ed il loro sfruttamento in maniera sostenibile. I Geomateriali, ed i minerali in particolare, dunque, sono stati scelti come argomento per questa ricerca di dottorato

perchè si prestano a molteplici attività laboratoriali e sono in grado di offrire all'insegnante notevoli spunti di riflessione relativi al contesto socio-economico e territoriale in cui sono immersi docenti ed alunni. La ricerca sulle risorse minerarie e la realizzazione di materiali didattici da sperimentare sono state impostate prendendo spunto da argomenti riguardanti le Geoscienze che afferiscono ad ambiti quotidiani i quali, poiché noti agli studenti, permettono di focalizzare l'attenzione non sull'acquisizione di nuove nozioni ma sulla ricerca delle variabili coinvolte in ambiti conosciuti. Gli argomenti sono stati differenziati per avvicinare ed interessare gli studenti alle Geoscienze. I temi trattati sono stati: il consumo del suolo, la raccolta differenziata, l'estrazione mineraria, il riciclo/riuso di quanto precedentemente estratto. Tali argomenti di Geoscienze sono stati proposti con il duplice scopo di diffondere temi di Scienze della Terra nella didattica della Scuola Secondaria di Primo Grado e di impiegare tali temi come vettori interdisciplinari, cioè che permettano non solo l'interazione con le altre discipline ma anche la sensibilizzazione degli studenti su temi riguardanti l'Educazione Ambientale. Comprendere come migliorare la capacità degli alunni di stabilire le relazioni che legano l'uomo all'ambiente e giustificare tale relazione, è fondamentale per far assumere alle giovani generazioni comportamenti consapevoli e responsabili nei confronti dello stesso.

L'obiettivo specifico è quello di verificare se e come gli alunni riescono ad individuare e giustificare le relazioni tra variabili ambientali (come per esempio consumo di suolo e densità della popolazione, quantità di raccolta differenziata e benefici per l'ambiente, quantità di materiale estratto ed impatto ambientale etc.) di un determinato fenomeno (consumo del suolo, emissioni di CO₂, riscaldamento globale, sfruttamento minerario etc.) ed è stato scelto a seguito delle difficoltà degli studenti italiani nella fascia di età 11-14 anni di estrapolare dati matematici da contesti scientifici, come riportato nell'ultima rilevazione dei test PISA (OECD 2015). Difatti, nonostante dal 2008 al 2015 i risultati raccolti mostrino un miglioramento in Matematica, per le Scienze il trend è molto discontinuo e tendenzialmente negativo (Fig. 1.9), al contrario di paesi europei, quali Svezia e Finlandia, che raggiungono prestazioni eccellenti in entrambi gli ambiti.

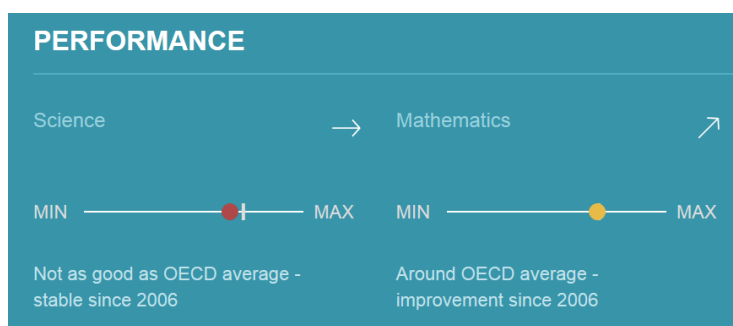


Fig. 1.9. Risultati dell'Italia a confronto negli anni 2006-2015
(Fonte <http://www.compareyourcountry.org/pisa/country/ITA?lg=en>)

Le attività svolte per la sperimentazione sono state presentate ed affrontate con diversi approcci ed in particolare con l'approccio IBSE, sia per indagare l'efficacia di questa proposta negli studenti della Scuola Secondaria di Primo Grado (dove si è riscontrata una scarsa applicazione dell'IBSE, ma contemporaneamente interesse da parte dei docenti per approfondire tale approccio, Pennesi 2017) ma soprattutto per trovare nuovi strumenti per motivare ed interessare gli studenti alle Scienze della Terra. Tale approccio, infatti, come sostengono Rocard et al. (2007), promuove e stimola la partecipazione dello studente alle attività didattiche scientifiche, lo pone al centro del proprio

apprendimento, lo predispone a mantenere l'abitudine alla *curiositas*, a porsi domande, a formulare ipotesi e a verificarne la veridicità sulla base di dati scientifici raccolti. Pertanto esso rappresenta un mezzo ideale per affrontare temi ove l'esperienza diretta (anche tramite simulazioni che portano poi alla strutturazione di un modello aderente alla realtà) è la migliore veicolazione per interessare gli studenti a temi che altrimenti rimangono troppo astratti e lontani dalla loro esperienza (Acqua, 2018).

Gli obiettivi generali alla base di questa ricerca sono:

- stimolare l'interesse e la partecipazione attiva dei ragazzi alle attività proposte attraverso domande e situazioni problematiche;
- favorire la riflessione su tematiche di carattere scientifico attraverso la formulazione di ipotesi e spiegazioni;
- acquisire le capacità di fare osservazioni, porsi domande e formulare semplici ipotesi, per arrivare, infine, a condividere, attraverso la mediazione dell'insegnante, modelli e spiegazioni dei fenomeni naturali;
- educare all'osservazione dei fenomeni e alla sperimentazione raccogliendo dati e interpretandoli al fine di acquisire man mano gli atteggiamenti tipici dell'indagine scientifica;
- dare un'autonoma valutazione dell'intervento umano sulla natura vivente, collegando le conoscenze acquisite e i principi propri dell'ecologia, della biologia e delle scienze della Terra (l'organismo come sistema aperto in equilibrio con l'ambiente, l'importanza della tutela della biodiversità).

Le finalità, per il loro carattere generale e per il loro ampio respiro concettuale, si differenziano dagli obiettivi poiché esse riguardano ciò che l'insegnante si prefigge di raggiungere a lungo termine e che afferiscono a competenze che si sviluppano non solo con il prosieguo degli studi, ma anche nel corso della vita dell'individuo con il processo di maturazione. Per questo motivo i dati sulle finalità di questa ricerca non sono stati né raccolti né verificati, perché difficilmente misurabili poiché non esclusivamente legati alla sperimentazione, ma rappresentano l'aspetto culturale delle Geoscienze che si è cercato di trasmettere con questa ricerca e la sua sperimentazione a scuola.

Le *finalità* del progetto sono dunque declinate come segue:

- acquisire una maggior consapevolezza del ruolo delle risorse minerarie sulla storia umana e comprendere l'importanza della varietà e della diversità dei materiali e delle risorse naturali;
- comprendere il concetto di risorsa e le problematiche ad essa connesse (limitatezza, eccessivo sfruttamento, problematiche sociali correlate all'estrazione di particolari risorse, etc.);
- stabilire le relazioni che legano l'uomo ed il suo stile di vita alla sostenibilità sul pianeta Terra per assumere comportamenti responsabili nei confronti dell'ambiente ed acquisire una consapevolezza *global* (locale e globale);
- acquisire la consapevolezza della propria identità come parte integrante del contesto naturale circostante, comprendendo il concetto di interdipendenza tra uomo ed ambiente;
- saper riconoscere l'incertezza dei sistemi complessi;
- promuovere atteggiamenti responsabili nei confronti della salute e dell'ambiente.

Tenendo presente quanto riportato nelle Indicazioni Nazionali, si riconosce importante che *"In matematica, come nelle altre discipline scientifiche, è elemento fondamentale il laboratorio, inteso sia come luogo fisico sia come momento in cui l'alunno è attivo, formula le proprie ipotesi e ne*

controlla le conseguenze, progetta e sperimenta, discute e argomenta le proprie scelte, impara a raccogliere dati, negozia e costruisce significati, porta a conclusioni temporanee e a nuove aperture la costruzione delle conoscenze personali e collettive.” Quindi, tutte le attività svolte in questo progetto di ricerca si basano principalmente sulla proposta di esperienze laboratoriali. Esse ruotano intorno ai Geomateriali e sono state progettate affinché rispondessero a caratteristiche di significatività, fruibilità e praticità e cioè:

- a) esperimenti ed attività realizzati con materiali poveri (Michelini, 2015) e facilmente replicabili in aula;
- b) temi interdisciplinari che permettono l’interazione tra i diversi argomenti delle Scienze e tra le Scienze e le altre discipline (es. Matematica, Tecnologia, Arte, Storia, Geografia, Attualità etc.);
- c) attività strutturate in blocchi da scomporre e ricomporre a seconda delle esigenze (disponibilità di tempo, spazio ed attrezzature) del docente e/o della classe a cui vengono proposti;
- d) curricula verticali, in quanto sono spendibili nei diversi cicli d’istruzione e consentono di raggiungere quelle competenze chiave già trattate in precedenza;
- e) esperienze in cui gli studenti apprendono contenuti e procedure collaborando nella ricerca di una soluzione comune, rispettando i propri e altrui tempi e attuando strategie Peer to Peer (Harlen et al. 2009).

1.4. L’ATTIVITÀ DI RICERCA

La sperimentazione è stata strutturata utilizzando principalmente un approccio *Inquiry*, affrontando contenuti che hanno facilitato la realizzazione di unità didattiche interdisciplinari, contestualizzate nella realtà quotidiana, pratiche e con risvolti sociali. Sono stati tenuti presenti questi punti cardine che verranno enucleati con maggiore chiarezza e specificità più avanti (cfr. par. 2.2) e seguendo il paradigma della complessità e dell’approccio sistemico (Fabre, 2000), che significa saper intessere e comprendere relazioni tra variabili ma anche tra diversi componenti di un ecosistema in tutte le sue parti biotiche ed abiotiche.

L’approccio *Inquiry* è stato scelto perché permette di formulare domande di indagine che abbiano una ricaduta sulla vita reale, di lavorare in gruppo, di favorire l’autostima dei soggetti meno propensi allo studio e a partecipare in aula, di mediare un apprendimento significativo e per scoperta, di affrontare argomenti complessi e spesso anche interdisciplinari senza possedere delle preconoscenze ed in ultimo permette di scardinare misconoscenze eventualmente possedute. All’attività pratica si è associata la lettura di testi e grafici. Le informazioni nuove, provenienti dal testo o dal grafico, vengono infatti integrate con quelle note, attraverso l’attivazione di schemi cognitivi generali e astratti, che costituiscono la base di ogni conoscenza. Questa attività di collegamento si basa su una serie di inferenze, di ragionamenti, il più delle volte impliciti, con i quali il lettore colma le lacune, integra le informazioni in un tutto coerente, trae le conseguenze di ciò che sta leggendo, rivedendo eventualmente le sue conoscenze generali. Tutti i processi appena descritti vengono amplificati quando si lavora, si legge, si ragiona in gruppo.

Ci si è concentrati anche sulle abilità cognitivo-linguistiche poichè imparare a definire le parole è una delle abilità linguistiche più complesse e comporta un uso integrato di diverse componenti: cognitivo-concettuali (organizzazione semantica delle rappresentazioni), comunicativo-pragmatiche (efficacia nella esplicitazione del contenuto), linguistico-formali (conoscenza lessicale e morfo-sintattica).

Il focus dell'attività sperimentale proposta sono i Geomateriali scelti per i seguenti motivi:

- le Nazioni Unite hanno approvato l'agenda per lo sviluppo dopo il 2015, conosciuta come Agenda 2030, che ha permesso interesse e visibilità del progetto di ricerca nelle scuole e un follow-up negli anni successivi da parte degli insegnanti;
- a tutt'oggi risulta complesso svolgere attività in queste tematiche in quanto non sono disponibili materiali didattici pronti che gli insegnanti possano utilizzare con facilità risparmiando tempo ed energie;
- è sempre più importante e motivo di estrema attualità interessare i giovani allo studio delle Scienze della Terra;
- è indispensabile sensibilizzare le nuove generazioni ad un consumo più consapevole delle risorse naturali, poco insegnate e conosciute a scuola e date troppo spesso per scontate.

La sperimentazione è stata realizzata nell'anno scolastico 2016/2017 e sono state coinvolte quattro classi terze per un totale di 26 docenti e 77 studenti di 14 anni dell'Istituto Comprensivo "E.Paladini" di Treia (Macerata, Italia) ed una classe terza composta da 17 alunni e 30 docenti dell'Istituto Comprensivo "Via U.Bassi" di Civitanova (Macerata, Italia).

1.5. PERCHÈ LA SCELTA DEI GEOMATERIALI

Durante la storia dell'umanità la natura (e i geomateriali che da essa si ricavano), sempre considerata di ampio interesse poiché la vita umana dipende da essa, è stata vista ed utilizzata dagli uomini in diversi modi, in particolare nelle società sviluppate la natura è vista come una risorsa al servizio della specie umana. Questo costituisce una visione antropocentrica della vita che, da una posizione riduzionista, giustifica lo sfruttamento della natura da parte dell'uomo, sancendo così la superiorità umana sulla natura. Questa visione è stata gradualmente sostituita dalla concezione ecocentrica, che significa acquisire consapevolezza dell'interdipendenza di ogni essere vivente all'interno del pianeta (Leopold, 1997), dove ogni elemento del sistema acquisisce significato solo nella misura in cui fa parte integrante del tutto (par. 1.2.2). Quindi la specie umana non perde la sua identità, ma si concepisce come inter-relazionata con tutto ciò che esiste. Le problematiche ambientali devono analizzarsi tenendo presente tanto la prospettiva scientifica quanto quella storico-sociale, e conseguentemente si deve riproporre la chiamata del sanamento del debito ambientale, inteso come tutta quella serie di azioni volte a ripristinare lo *status quo ante* in seguito ad una modifica effettuata all'interno di un ecosistema. Detto questo, insegnare scienza nel XXI secolo implica promuovere la costruzione di conoscenza coerente con i principi di una scienza complessa e di un'azione che trasforma la realtà e che collabora nella risoluzione delle ingiustizie sociali, con la sostenibilità ambientale come fine ultimo dell'azione umana.

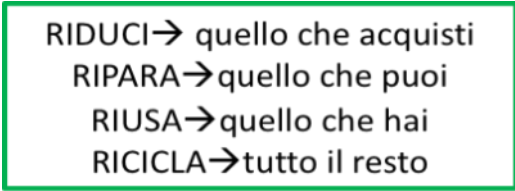
In questo contesto le Georisorse e i geomateriali rappresentano un buon punto di partenza per sviluppare unità didattiche interdisciplinari e che consentano di veicolare, grazie alla problematica

complessa che soggiace allo sfruttamento e all'utilizzo delle Georisorse stesse, non solo contenuti scientifici ma anche *modus agendi* che permettano cambiamenti all'interno della società tutta. Assumere il paradigma della complessità nelle Scienze significa affrontare una serie di contenuti che garantiscano una visione più completa e una gestione alternativa del mondo e delle risorse. È un impegno della didattica delle Scienze formare cittadini impegnati a conoscere e gestire i problemi rilevanti del mondo in cui vivono, per far ottenere a tutta l'umanità una vita più degna, soddisfacente e giusta, in un mondo più equo e sostenibile (Bonil et al. 2004).

Attraverso il dialogo tra discipline e la scelta di contenuti, in questo caso le Georisorse e i geomateriali, si può aprire un ampio ventaglio di implicazioni sociali ed economiche, oltre che innumerevoli unità didattiche interdisciplinari e che possono svilupparsi all'interno del curricolo verticale più volte auspicato e suggerito in varie circolari ministeriali (Circolare Ministeriale n°339, 18 novembre 1990, Circolare Ministeriale n°22 del 31.01.2008 ed Indicazioni Nazionali, 2012). Come suggerisce Fieschi (2012), la storia umana è ricca di esempi in cui l'uso dei geomateriali ha segnato l'evoluzione stessa, basti pensare che ai materiali è stata data un'importanza tale nello studio dello sviluppo dell'umanità che i primi periodi sono stati caratterizzati col nome del materiale che mano a mano si imparava a padroneggiare: età della pietra, del bronzo, del ferro, passando per la prima Rivoluzione Industriale, supportata dal carbone, fino ad arrivare al giorno d'oggi quando si potrebbe parlare di età dell'acciaio, del cemento, delle materie plastiche, del silicio, delle biotecnologie e delle nanostrutture. Allo stesso tempo si inizia a prefigurare all'orizzonte il ritorno all'utilizzo di materiali più compatibili con l'ambiente, come succede ad esempio per le costruzioni in legno che si stanno sempre più diffondendo non solo per la loro antisismicità ma per caratteristiche di durezza, economicità e minore impatto ambientale rispetto alle costruzioni tradizionali (Antoniazzi, 2010).

1.5.1. Le Georisorse, i Geomateriali, lo Sviluppo Sostenibile e l'Economia Circolare

L'educazione per lo Sviluppo Sostenibile deve, per definizione, toccare le varie componenti (sociali, economiche, ambientali etc.) dello Sviluppo Sostenibile stesso. In relazione allo sviluppo delle competenze per una cittadinanza attiva, che afferiscono anch'esse allo Sviluppo Sostenibile, bisogna prendere in considerazione le abitudini quotidiane degli alunni, per risvegliare in loro il senso di responsabilità e anche la considerazione che ognuno di noi può fare qualcosa per raggiungere l'obiettivo della sostenibilità (Fig. 1.10).



RIDUCI→ quello che acquisti
RIPARA→quello che puoi
RIUSA→quello che hai
RICICLA→tutto il resto

Fig. 1.10. Abitudini quotidiane per uno sviluppo sostenibile (Fonte: WWF, 2001).

Le nostre abitudini, infatti, entrano in relazione con lo sviluppo sotto due aspetti fondamentali: lo spreco di risorse naturali e lo straripamento delle pattumiere. Qui si ripropone un passo delle Città invisibili, di Italo Calvino (1972) che rimane di incredibile attualità fino a suonare quasi come una profezia se non invertiamo subito la rotta: *“...più che dalle cose che ogni giorno vengono fabbricate, vendute, comprate, l'opulenza di Leonia si misura dalle cose che ogni giorno vengono buttate via per far posto alle nuove. Tanto che ci si chiede se la vera passione di Leonia sia davvero come dicono il*

godere delle cose nuove e diverse o non piuttosto l'espellere, l'allontanare da sé, il mondarsi d'una ricorrente impurità...aggiungi che più l'arte di Leonia eccelle nel fabbricare nuovi materiali, più la spazzatura migliora la sua sostanza, resiste al tempo, alle intemperie, a frammentazioni e combustioni è una fortezza di rimasugli indistruttibili che circonda Leonia, la sovrasta da ogni lato come un acrocoro di montagne". Inoltre, come già sostenuto da Latouche (2015), accelerando la produzione ed il consumo di attrezzature, di elettrodomestici, e di beni di consumo di ogni genere, grazie anche alla pratica diffusa dell'obsolescenza programmata, si esauriscono più in fretta le scorte dei minerali non rinnovabili, si aumenta senza necessità il consumo di energia e la produzione di rifiuti non sempre e non tutti riciclabili. Uno dei problemi alla base della spinta consumistica odierna è che quando un oggetto costa poco, non si fa tanta attenzione alla sua reale utilità/necessità e se ne consuma molto di più di quanto in realtà ce ne sarebbe bisogno: la questione è sempre la stessa, l'illusione di pagare poco, senza contare il peso, in termini naturali, che la produzione dell'oggetto comporta. Il concetto di zaino ecologico è proprio questo: la quantità di natura che ogni prodotto o servizio si porta sulle spalle, è il peso materiale che è stato prelevato dalla natura per fabbricare un prodotto o fornire un servizio, sottraendo il peso reale del prodotto stesso (Cavallo, 2011). Il tutto non avviene senza ripercussioni sociali: oggi, in particolare in Africa, assistiamo a guerre per il controllo di metalli rari, ad esempio, in Congo, per il coltan (minerale costituito dall'associazione di columbite e tantalite), necessario alla produzione di telefoni cellulari ed altre apparecchiature microelettroniche. Lo sfruttamento delle cosiddette terre rare nell'Est della Cina giustifica la repressione delle popolazioni locali turcofone, così come quello del petrolio nel delta del Niger legittima il massacro degli Ogoni (Saro-Wiwa, 2010).

Dunque non si tratta tanto e solo di ridurre e di limitare i consumi, come sostengono gli obiettori della crescita, quanto di inserire la produzione ed il consumo in un circolo virtuoso analogo ai cicli naturali. La natura, in effetti, non produce rifiuti ma ricicla tutto e, come Bacone già a fine '500 sosteneva, si può dominare la natura soltanto obbedendole. Occorre dunque chiudere il cerchio, cioè non produrre rifiuti ma solo scarti riutilizzabili in altri processi, riciclando tutta la materia usata. I rifiuti rappresentano il risultato finale di processi lineari per la produzione di beni di consumo, nel nostro modello di sviluppo. La soluzione del problema non è tanto la loro eliminazione, quanto la prevenzione del loro accumulo nell'ambiente (Montanari, 2009). Bisogna quindi rendere sistematica l'eco-concezione dei prodotti, utilizzare nelle lavorazioni soltanto elementi riciclabili, biodegradabili e non tossici. Soprattutto i rifiuti di un'industria devono diventare il "nutrimento" di un altro ciclo produttivo fino ad arrivare ad una gestione oculata delle risorse non rinnovabili, comprese quelle che vengono largamente utilizzate nella tecnologie odierne.

Dalle considerazioni fatte in quest'ultimo paragrafo è evidente come le Geoscienze possano rappresentare un buon punto di partenza per affrontare unità didattiche interdisciplinari che coinvolgano non solo altre materie scolastiche ma che aprano una finestra sui problemi dell'attualità e su quello che Galimberti (2014) chiama il vizio moderno per eccellenza, il consumismo, che non rappresenta una caratteristica della personalità ma un vizio collettivo indotto dalla pubblicità, che ha, a sua volta, come scopo quello di alimentare pulsioni modulate sul profilo del consumatore-bambino dove l'"io voglio" predomina sul "ci serve" (Barber, 2010). Partendo dalle Geoscienze si può dunque ritornare ad essere cittadini consapevolmente attivi nell'interesse pubblico anziché clienti al servizio di interessi privati.

1.6. IL CONTESTO AMBIENTALE SOCIO-CULTURALE DELLE SCUOLE COINVOLTE

Treia, comune della provincia di Macerata da cui dista 16 chilometri, ha una superficie di 93 km quadrati e una densità abitativa di 104 abitanti per chilometro quadrato. Il territorio è molto esteso soprattutto in direzione di Cingoli e di Macerata. Il Comune di Treia conta circa 10.000 abitanti, di cui il 50% vive in zone rurali. L'attività economica si sviluppa prevalentemente nel settore produttivo, con importanti industrie accanto ad aziende artigianali; Passo di Treia è il centro più industrializzato (mobile, edilizia, abbigliamento) del territorio comunale. Industria, attività artigianali, agricoltura a conduzione familiare e agriturismi configurano la realtà economica e occupazionale, comunque meno solida rispetto al passato. Forte è l'attaccamento al territorio, alle tradizioni, alla cura, conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale. A Treia si trova anche il Centro Regionale - Servizio Agricoltura - Osservatorio Regionale Suoli, un punto di riferimento di divulgazione pedologica, per il monitoraggio e le cartografie dei suoli del territorio, con il quale la scuola collabora. Nell'a.s. 2016-2017 il territorio è stato interessato da gravi eventi sismici in seguito ai quali sono stati dichiarati parzialmente o totalmente inagibili alcuni plessi dell'Istituto. È stata necessaria una riorganizzazione dei tempi, degli spazi e dei trasporti, ma forte è stato l'impegno del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (MIUR), del Comune, della Protezione civile, di Enti, Associazioni, Istituti scolastici e soggetti privati che hanno contribuito a ridurre il disagio sostenendo la comunità scolastica.

Civitanova Marche è uno dei più importanti distretti industriali italiani nel settore calzaturiero e dell'abbigliamento, con un tessuto territoriale aperto e dinamico, punto focale di un sistema più ampio, capace di essere luogo di intersezione e integrazione di storie individuali e di culture locali diverse. L'aumento della produttività industriale ha permesso lo sviluppo del terziario privato. Ciò ha favorito la formazione, intorno a Civitanova Marche, di un sistema urbano di circa 150.000-170.000 abitanti, e questa nuova realtà urbana si percepisce nel ritmo della vita quotidiana, nella varietà dei beni scambiati, nella qualità delle attività commerciali e, per quanto concerne i servizi formativo ed educativi, in un incremento della presenza di alunni stranieri. Pertanto l'ambito comunale di Civitanova Marche rivela una realtà composita e dinamica in campo economico, sociale e culturale, con buoni livelli di occupazione, estesi anche alla popolazione femminile. Al benessere diffuso si associa una disomogeneità socio-culturale dovuta al mutamento del nucleo sociale originario con insediamento di connazionali immigrati dall'entroterra e dal Sud del Paese, nonché di extracomunitari, sia lavoratori che profughi. Questa diversità socio-culturale e la consistente immigrazione degli ultimi anni (di connazionali, ma soprattutto di extracomunitari) richiedono la ricerca continua di strategie di accoglienza e di integrazione anche in ambito scolastico.

1.6.1. L'Istituto Comprensivo "E. Paladini"-Treia

L'Istituto Comprensivo "Egisto Paladini" si è costituito nel 2002 dall'unione del "Dolores Prato" e dell'originario "Egisto Paladini", in seguito al piano di dimensionamento previsto dalla Provincia di Macerata. È l'unico Istituto del Comune di Treia a garantire il servizio scolastico. A Treia, Passo di Treia e Chiesanuova sono presenti sedi dei vari ordini di scuola dell'I.C. "Paladini". Circa il 20% della popolazione scolastica è costituito da alunni provenienti da altri Paesi e ciò favorisce una pluralità di prospettive, che promuovono la cultura dell'accoglienza. L'Istituto "Egisto Paladini" può contare sulla

collaborazione di Enti, Associazioni, cooperative, aziende, esercizi commerciali del territorio, che consentono una proficua sinergia educativa.

La scuola è stata scelta non solo per motivi logistici, ma anche per la conoscenza dei docenti che prestano servizio presso l'Istituto, i quali hanno dimostrato interesse in una collaborazione con l'Università degli Studi di Camerino. Da questo interesse è scaturito un corso di aggiornamento per i docenti sulle Geoscienze e sull'approccio IBSE realizzato dalla ricercatrice (Cfr. Cap. 3.2.1). L'attività sperimentale, considerata la complessità dell'argomento trattato ed il tipo di lavoro proposto, è stata portata avanti nelle 4 classi terze presenti nell'istituto nell'a.s. 2017/18. Tale attività è stata utilizzata da docenti e alunni come base di partenza per sviluppare dei percorsi interdisciplinari in vista dell'esame conclusivo del primo ciclo di Istruzione.

1.6.2. L'Istituto Comprensivo "Via U. Bassi" - Civitanova

L'Istituto Scolastico Comprensivo Via Ugo Bassi nasce nell'a.s. 2012-13 a seguito delle procedure di dimensionamento scolastico regionale e si trova nel comune di Civitanova Marche (MC) che, dopo il capoluogo, è il comune con più abitanti nella provincia di Macerata. L'Istituto Comprensivo è di ampie dimensioni (più di 1300 alunni) ed è articolato in 6 plessi in cui sono distribuite tre Scuole dell'Infanzia, due Scuole Primarie ed una Scuola Secondaria di I Grado. Basso è il numero di laboratori in rapporto al numero degli studenti e l'IC possiede meno di una palestra per sede.

La scuola è stata scelta non solo per motivi logistici, ma anche per la conoscenza dei docenti che prestano servizio presso l'Istituto, i quali hanno dimostrato interesse in una collaborazione con l'Università degli Studi di Camerino in occasione delle attività didattiche realizzate durante la Settimana della Terra 2017 (15-22 ottobre). Da questo interesse è scaturito un corso di aggiornamento per i docenti sulle Geoscienze, sull'Agenda 2030 e sull'approccio IBSE, nonché un'attività da realizzare con gli alunni di una classe terza (cfr. par. 3.2.2 e 3.3.4). Anche in questo caso tale attività è stata utilizzata da alunni e docenti come base di partenza per sviluppare dei percorsi interdisciplinari in vista dell'esame conclusivo del primo ciclo di Istruzione.

CAPITOLO 2 –QUADRO TEORICO

2.1. PARADIGMI EDUCATIVI

Come riassume la tabella 2.1, e come già sosteneva Parisi (2007) ne *Il vecchio e il nuovo paradigma della formazione*, il paradigma educativo tradizionale è basato sull'interazione tra docenti e discenti come veicolo per la trasmissione del sapere mentre l'auto- apprendimento del discente è alla base del nuovo paradigma.

PARADIGMA TRADIZIONALE	NUOVO PARADIGMA
Focalizzato nell'insegnamento	Focalizzato sull'apprendimento
Educazione passiva e mnemonica	Educazione attiva, costruttiva
Educazione centrata sul maestro	Educazione centrata sull'alunno
Educazione direttiva	Educazione non direttiva
Educazione centrata sulla conoscenza	Educazione centrata sulla persona
Apprendimento per trasmissione	Apprendimento per scoperta
Favorisce l'ubbidienza alla norma	Favorisce l'autonomia e la creatività
Apprendimento individuale	Apprendimento cooperativo e sociale
Relazionato con il sapere	Relazionato con la vita
Relazione di sottomissione tra discepolo e maestro	Relazione di affetto e condivisione
Enfasi sui contenuti	Enfasi sui processi
Motivazione estrinseca	Motivazione intrinseca
Enfasi del dovere	Enfasi sul desiderio
Influenzata da Skinner e Piaget	Influenzata da Dewey, Vygotsky e Bruner
Influenzata dalla filosofia moderna	Influenzata dalla filosofia postmoderna
Tradizione	Innovazione
Scuola	Ambiente di apprendimento

Tab. 2.1. Confronto tra paradigma tradizionale e paradigma nuovo (riadattato da Marina, 2017, basato su Skinner, 1953; Piaget, 1961; Dewey, 1910; Vygotsky, 1966; Bruner, 1967)

Mentre il primo tende a isolare i discenti tra di loro, facendoli interagire solo con i docenti, dato che assegna una funzione determinante al docente nella produzione della formazione, il secondo tende a produrre delle comunità di discenti che imparano relazionandosi tra di loro. Il paradigma tradizionale, influenzato da Skinner (1953) e Piaget (1961), ha forti vincoli di spazio e di tempo ed utilizza essenzialmente il linguaggio verbale, parlato o scritto come canale di comunicazione e come strumento di apprendimento, mentre il nuovo paradigma, influenzato da Dewey (1910), Vygotsky (1966) e Bruner (1967), annulla i vincoli di spazio e di tempo, rendendo possibile apprendere qualunque cosa, in qualunque momento, in qualunque luogo, oltre ad allentare o far scomparire i vincoli organizzativi. Inoltre, il vecchio paradigma è inserito in un quadro economico ben conosciuto, basato sul ruolo preponderante delle risorse pubbliche e sulla destinazione delle risorse a coprire determinati tipi di costi, mentre quello nuovo è inserito in un quadro economico di natura molto diversa rispetto a quella del vecchio paradigma, ed ancora in buona misura da definire (Marina, 2017). A questo cambio di paradigma deve seguire un nuovo tipo di curriculum per i docenti in formazione, tale da ampliarne gli orizzonti a cui, di conseguenza, segue - come è facilmente intuibile - un cambio generalizzato anche dal punto di vista del tipo di educazione, intesa in senso lato, che viene impartita (vedi tabella 2.2). Si verifica dunque un vero e proprio spostamento del baricentro dal prodotto al processo, dall'intelligenza logica e linguistica alle intelligenze multiple, dall'esperienza solo cognitiva all'esperienza cognitiva, affettiva, spirituale, manuale e fisica (Cfr. par. 2.1.3.), da una

valutazione meramente quantitativa ad una qualitativa ed ultimo, ma non per importanza, il passaggio da un modello basato sul consumismo ad uno che punta sulla sostenibilità ecologica.

EDUCAZIONE TRASMISSIVA E MECCANICISTICA	EDUCAZIONE TRASFORMATIVA ED ECOLOGICA
Trasmissione	Trasformazione
Orientata verso il risultato	Orientata verso il processo, lo sviluppo e l'esperienza
Competenze pratiche	Valorizzazione delle competenze pratiche, critiche e creative
Enfasi sulle lacune e la mancanza di conoscenze	Valorizzazione dei sentimenti e delle opinioni personali
Intelligenza logica e linguistica	Intelligenze multiple
Insegnanti come tecnici	Insegnanti come professionisti critici e agenti di cambiamento
Apprendimento da parte dei singoli individui	Apprendimento come attività sociale e dunque in gruppo, in comunità di apprendimento
Esperienza cognitiva	Esperienza cognitiva ma anche affettiva, spirituale, manuale e fisica
Gamma ristretta di metodi	Ampia gamma di metodi e strumenti
Apprendimento non critico, basato sul modello lineare causa-effetto	Apprendimento continuo e critico
Imposizione dei significati	Costruzione e negoziazione dei significati
Preparazione professionale per affrontare la vita da un punto di vista esclusivamente economico	Partecipazione a tutti i livelli di transizione alla sostenibilità sociale, economica ed ambientale
Educazione delegata alle sole istituzioni	Educazione attraverso esperienze di vita
Competizione	Cooperazione, collaborazione
Specializzazione	Conoscenza integrata
Integrazione degli individui per adattarli al sistema (scolastico, produttivo etc.)	Relazioni finalizzate all'autonomia individuale
Legittimazione attraverso il controllo	Assunzione di responsabilità verso se stessi e gli altri
Modernismo e consumismo	Sostenibilità ecologica
Conoscenze settoriali	Transdisciplinarietà, conoscenze integrate e valorizzate
Sapere decontestualizzato ed astratto	Enfasi sul sapere locale, personale, contestualizzato e non mediato
Valutazione quantitativa	Valutazione quantitativa e qualitativa

Tab. 2.2. Passaggio da un'educazione trasmissiva ad una trasformativa (riadattato da Sterlig, 2014)

Il passaggio da un paradigma all'altro è essenziale per il conseguente passaggio da una generale educazione ambientale ad una più focalizzata, complessa, interdisciplinare ed omnicomprensiva educazione allo sviluppo sostenibile e per "ambientalizzare" il curriculum (cfr Par. 1.2.1). L'apprendimento significativo e per scoperta deve consolidarsi attraverso la ripetizione perché la ripetizione senza comprensione è inutile, tanto quanto la comprensione senza ripetizione è effimera (Catastini, 2017). In ogni modello educativo, le situazioni di apprendimento sono situazioni costruite con l'intenzione che l'alunno apprenda un determinato sapere: un modello di interazione di un soggetto, in un certo ambiente, è uno strumento dell'insegnante che disegna e manipola un ambiente affinché l'alunno apprenda.

I costruttivisti (Piaget, 1961; Vygotsky, 1966;) raccomandano le seguenti caratteristiche delle situazioni didattiche:

- a) ambienti complessi che implicino una sfida per l'apprendimento;
- b) negoziazione sociale e responsabilità condivisa come parte del processo di apprendimento;
- c) rappresentazioni multiple di contenuto;
- d) comprensione del fatto che la conoscenza va elaborata;
- e) istruzione centrata sullo studente.

In questo quadro l'insegnante presenta una situazione problematica o una domanda stimolo affinché gli alunni formulino ipotesi cercando di spiegare la situazione o risolvere il problema, raccolgano dati per corroborare la loro ipotesi, estraggano conclusioni e riflessioni riguardo al problema originariamente sollevato ed al processo mentale richiesto per risolverlo. Nel paradigma centrato sull'alunno il docente mantiene comunque un ruolo fondamentale, soprattutto per gli alunni ai primi gradi di istruzione: l'insegnamento non direttivo è efficace e funzionale a partire da alti livelli di conoscenza, prima rischia di essere una pratica fine a se stessa e senza significato alcuno (Gloger-Frey et al, 2016). È evidente che per la formulazione di un nuovo paradigma è dunque essenziale una rivisitazione del percorso formativo per gli insegnanti, che si auspica posseggano o sviluppino nel corso della loro formazione le seguenti competenze:

- profondo interesse per i propri alunni ed una fiducia assoluta sull'educabilità di ogni persona;
- voglia di continuare ad apprendere;
- idea chiara del funzionamento dell'intelligenza umana, delle sue capacità e possibilità: il cervello di un adolescente cambia profondamente, permettendo una seconda età dell'oro dell'apprendimento di cui dovremmo approfittare nell'aula;
- conoscenza della disciplina insegnata e della sua struttura concettuale profonda;
- capacità strategiche per organizzare ed animare situazioni di apprendimento significativo;
- gestire il processo di apprendimento: il compito dell'insegnante non è insegnare per se ma far sì che l'alunno apprenda e questo implica un'educazione che sia il più possibile vicina all'alunno, ai suoi tempi di apprendimento, alle sue esigenze, e dunque è ovvio che questo tipo di educazione non si può ottenere in classi troppo numerose;
- saper passare da un insegnamento per materia ad un insegnamento per competenze, e per ottenere questo è necessaria la collaborazione tra docenti di diverse discipline e tra docenti di ordini di scuola diversi.

La politica educativa del test PISA (Program for International Student Assessment), con il ciclo di valutazione ogni tre anni, ha causato uno spostamento dell'attenzione verso soluzioni didattiche a breve termine, impostate per far scalare la classifica ad un certo paese o ad una certa scuola, piuttosto che per migliorare il servizio educativo. Questo si è verificato, e molto probabilmente continuerà a verificarsi, nonostante ci siano svariati studi che dimostrano come cambi profondi nella pratica educativa impieghino decenni per stabilizzarsi e per dare eventualmente frutti (Melgarejo, 2013). Ponendo l'enfasi su una ristretta gamma di aspetti misurabili dell'educazione, i test PISA sviano l'attenzione da aspetti educativi meno o affatto misurabili come lo sviluppo fisico, morale, civico ed artistico e ciò riduce pericolosamente l'immaginario collettivo su quello che è o che dovrebbe essere l'educazione. Allo stesso modo, l'INValSI produce un'istantanea delle competenze dei ragazzi tenendo in poco conto la diversità didattica delle scuole italiane, a livello di contesto e

risorse. I docenti, al contrario, attribuiscono grande importanza alla valutazione in itinere delle competenze dello studente, ai particolari bisogni educativi di ogni alunno, tenendo conto non tanto del risultato ottenuto ma valutando il processo, il percorso cognitivo ed i miglioramenti fatti da ciascun allievo, puntando inoltre sull'acquisizione di abilità sociali oltre che cognitive. C'è, infatti, consenso scientifico riguardo l'importanza dell'interazione sociale per lo sviluppo delle funzioni intellettuali umane (Henrich, 2016). L'individuo nasce in una società in cui si umanizza grazie alla socializzazione stessa. Siamo animali sociali, non siamo individui isolati che stabiliscono un patto per vivere in società. Il linguaggio, il pensiero, il controllo delle emozioni sono prodotti culturali, cioè sociali. La società umana è sempre stata una società-rete. Le risorse presenti in questo contesto possono essere interne (autocontrollo, empatia, resilienza, alta autostima etc.) o esterne, cioè provenienti dalla rete (appoggio familiare, relazione con altri adulti, influenza positiva degli amici etc.). Per migliorare l'educazione delle persone bisogna migliorare dunque anche il livello della società puntando alla realizzazione di un paradigma educativo *ERCACE* con le seguenti caratteristiche: Evolutivo, Reticolare, Costruttivo, Autonomo, Creatore ed Etico (Marina, 2017).

2.1.1. Stili di apprendimento e competenze

Gli stili di apprendimento sono definiti come le tecniche preferite o prevalenti di funzionamento del cervello nel momento in cui si trova ad affrontare l'acquisizione e l'elaborazione di nuove informazioni che vengono successivamente interiorizzate e tradotte in comportamenti (Ehrman et al, 1990). Essi rappresentano dunque delle caratteristiche globali che afferiscono non solo alla modalità di implementazione cognitiva ma anche alla sfera motivazionale ed emozionale di ciascun individuo. Il modello più noto di stili di apprendimento è quello di Kolb (1974) in cui si presentano 4 stili principali come indicato nella tabella 2.3.

Stile di Apprendimento	Caratteristiche generali
Convergente	Interessato alla sperimentazione attiva, abile nel problem solving e nell'applicazione pratica di idee. Utilizza prevalentemente il ragionamento ipotetico-deduttivo
Divergente	Predisposto per l'attività immaginativa e per percepire situazioni concrete da diverse prospettive. Predilige il brainstorming per la ricerca di soluzioni alternative
Assimilatore	Ricerca modelli teorici e logici, utilizza il ragionamento induttivo per assimilare gli elementi di una spiegazione, predilige i concetti astratti
Accomodatore	Predilige l'esperienza concreta e la sperimentazione attiva, tende a risolvere i problemi in maniera intuitiva piuttosto che analitica.

Tab. 2.3. Stili di apprendimento e relative caratteristiche secondo Kolb (1974)

L'apprendimento per Kolb è basato sull'esperienza e scaturisce dall'unione di percezione dell'esperienza (e sua concettualizzazione) con la modalità di processamento dell'informazione (a seguito dell'osservazione riflessiva e sperimentazione attiva). Altri autori, quali Miller (1987) e Stenberg (1997), nel corso del tempo hanno approfondito la tematica individuando ulteriori stili di apprendimento (sei profili di stili il primo, tredici il secondo), che però afferiscono sempre alle macrocategorie prodotte da Kolb. I tre autori sottolineano all'unisono la diversa modalità, da parte di ciascun individuo, di lettura della realtà e di risolvere problemi che essa pone, e dunque la diversità di stili di apprendimento: nessuno di essi è preferibile all'altro, ma è fondamentale la consapevolezza

del proprio stile di apprendimento e dell'esistenza di altri, in modo da poter scegliere quale utilizzare in maniera più opportuna a seconda delle situazioni.

Parallelamente, anche gli insegnanti posseggono il proprio stile di apprendimento che si riflette sull'insegnamento, e dunque una delle sfide che gli insegnanti si trovano ad affrontare è quella di assumere prospettive e modalità di elaborazione delle informazioni diverse dalle proprie, per adattarle alla platea composita degli alunni, ciascuno caratterizzato dal proprio stile. Saracho (2003) ha infatti dimostrato che insegnanti ed alunni con lo stesso profilo di stili di apprendimento interagiscono in modo più efficace e gli alunni raggiungono risultati più soddisfacenti rispetto a quelli ottenuti con insegnanti che posseggono profili cognitivi diversi dai loro. La molteplicità di stili affiora anche nel tipo di verifiche che l'insegnante struttura e nel tipo di domande che fa agli alunni, ad esempio, durante un'interrogazione orale. Al fine di permettere un apprendimento significativo, e dunque permanente, e per facilitare l'integrazione di rappresentazioni multiple in un sistema di conoscenze integrato, organico e coerente, è necessario strutturare un contesto didattico ampio, sfaccettato e multiforme, che presenti i contenuti sfruttando diversi canali (verbale, visivo, iconico, formale etc.) e che pertanto richieda agli alunni di mettere in campo diversi tipi di attività e manipolazioni (creativa, senso-mediata, concreta etc.). Proprio per quanto sostenuto finora le attività preparate per questa sperimentazione spaziano dalla lettura all'attività pratica, al laboratorio, e comprendono anche un video che viene proiettato alla fine del percorso a mo' di attività finale e sommativa.

La consapevolezza del proprio stile di apprendimento permette il raggiungimento di uno delle otto competenze chiave e cioè "imparare ad imparare", che promuove l'autoconsapevolezza nonché un forte senso di autoefficacia, ossia la capacità di organizzare e realizzare azioni necessarie per gestire adeguatamente le situazioni che si incontrano in un particolare contesto. Ciò permette di raggiungere gli obiettivi prefissati e, da parte dell'alunno, di utilizzare le proprie capacità con maggiore efficienza e con risultati significativamente più soddisfacenti di chi ha una percezione negativa delle proprie possibilità.

Come riportato infatti nelle Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari (2018): *"Imparare ad imparare, nella società delle informazioni, è la capacità di accedere ad esse sapendole adeguatamente selezionare, organizzare, mettere in relazione, utilizzare per gestire situazioni e risolvere problemi. In particolare, per quanto riguarda le possibilità offerte dal web, ma non solo, è necessario che i giovani imparino a ricercare le informazioni nei siti affidabili e autorevoli, che confrontino fonti diverse - non solo reperite in rete, ma anche sui libri, sui documenti e mediante testimonianze - da interpretare criticamente. Rientrano in questa competenza le abilità di studio e ricerca, che debbono essere insegnate fin dai primi anni di scuola in modo sistematico da tutti i docenti. Ne fanno parte l'autoregolazione, la capacità di governare i tempi del proprio lavoro, le priorità, l'organizzazione degli spazi e degli strumenti, l'autovalutazione rispetto ai propri limiti, risorse e possibilità e modalità di pensiero. Individuare e risolvere problemi, prendere decisioni, stabilire priorità, assumere iniziative, pianificare e progettare, agire in modo flessibile e creativo, fanno parte dello spirito di iniziativa e imprenditorialità. È evidente che tali competenze non possono essere sviluppate che in un contesto in cui si collabora, si ricerca, si sperimenta, si progetta e si lavora."*

2.1.2. Neuroscienze ed educazione

Le neuroscienze ci hanno permesso di individuare alcuni funzionamenti base del cervello in relazione all'apprendimento: il cervello umano dispone di una plasticità potenzialmente illimitata che si sviluppa o si atrofizza in funzione delle esperienze che si fanno: questo significa che le esperienze stimolano la conformazione dei circuiti neurali di apprendimento emotivo e razionale di ogni persona. Dall'idea classica del cervello come sede di pensieri freddi e razionali si è passati a considerare il cervello come un organo avido, in prima istanza, di emozioni. Antonio Damasio (1995) lo conferma nei suoi studi: il binomio emozione e cognizione è indissolubile. Tutte le emozioni risiedono nella parte più primitiva del cervello e sono indispensabili per la sopravvivenza degli individui, ed è per questo che tutta l'informazione proveniente dal mondo esterno, prima di essere processata, passa attraverso il sistema limbico (detto anche "cervello emotivo") che le conferisce un colore emozionale. L'apprendimento si basa dunque sullo stabilimento o potenziamento di determinate connessioni neurali, che coinvolgono distinte zone del cervello: oltre alla corteccia celebrale, in particolare troviamo l'ippocampo - centro gestore della memoria - e l'amigdala - centro gestore delle emozioni. Per questo qualsiasi apprendimento che arrivi associato alle emozioni permane più a lungo nel cervello. Nel campo dell'educazione, inoltre, le neuroscienze, attualmente, evidenziano i presupposti errati del naturalismo di Dewey: l'errore sta nell'ipotizzare che, dal momento che alcuni apprendimenti sono naturali, tutti i tipi di apprendimento lo siano. Non è così, evidenze sperimentali mostrano come alcuni tipi di apprendimento siano "innaturali" o "forzati" perché non esistono vie naturali da percorrere per arrivare al risultato voluto. L'apprendimento corretto si ottiene solo con particolari e spesso faticosi addestramenti che forzano le creazioni di adeguati collegamenti sinaptici tra i neuroni. Tra le forme di apprendimento naturale troviamo: il linguaggio, la produzione di semplici forme musicali, ritmiche e melodiche, lo sviluppo di pratiche numeriche per contare piccole quantità. Tra le forme di attività innaturali abbiamo la lettura, la scrittura e la matematica. L'obiettivo dell'insegnamento della lettura è dunque chiaro: occorre costruire e sistemare la gerarchia di connessioni neurali affinché il bambino possa riconoscere le lettere ed i grafemi e trasformarli facilmente in suoni del linguaggio e in tutto ciò che è ad essi correlato. Tutti gli altri aspetti essenziali dello scritto ne dipendono direttamente: l'apprendimento dell'ortografia, l'arricchimento del significato, le sfumature di significato, il piacere dello stile, l'apprendimento di nuove parole. Alcune nostre invenzioni culturali derivano quindi dal dirottamento di funzioni cerebrali preesistenti e da una cooptazione neuronale (Catastini, 2017). Le neuroscienze, infatti, sottolineano l'importanza delle funzioni esecutive, cioè quelle che gestiscono l'attenzione, la memoria di lavoro, la gestione delle emozioni, il mantenimento dello sforzo, la flessibilità mentale, la metacognizione: esse sono parti essenziali dell'educazione poiché permettono all'alunno di controllare il proprio apprendimento, di pianificarlo, di prendere decisioni al riguardo, raggiungendo l'autonomia personale. Gli alunni devono avere il tempo e lo spazio per pensare e provare meraviglia di fronte a qualcosa di nuovo ed inaspettato, senza ricevere sempre ogni concetto o contenuto pronto e "masticato" da parte degli adulti. Il gioco è l'attività per eccellenza attraverso cui i bambini apprendono, spinti dallo stupore. Il gioco, più o meno strutturato, è fondamentale affinché gli alunni possano sviluppare la capacità di risolvere problemi, per favorire la creatività e per sviluppare le proprie capacità attentive e sociali. Come sostiene L'Ecuyer (2015), giocare non è perdere tempo: è prima invenzione e scoperta, poi disciplina e apprendimento. L'infanzia è un'epoca di preparazione nella quale giocando si apprende a pensare e si struttura il cervello, pertanto deve viverci al

momento opportuno, quando è il suo momento, con tutto quello che caratterizza questa tappa: l'immaginazione, il gioco, il senso del mistero, l'innocenza etc. Bruciare le tappe nell'infanzia significa disprezzare il meccanismo su cui conta la natura per assicurare un buon sviluppo della personalità. Mutuando le parole di L'Ecuyer (2015) *"...fare tanto e di fretta è un fenomeno recente: inibire l'immaginazione, lo stupore e la creatività di un bambino per inculcargli quanto prima e contro la sua natura un comportamento ragionevole è tipico di una società frivola, cinica e calcolatrice"*. Imprimere una serie di conoscenze e comportamenti quanto prima, senza rendersi conto che non corrispondono al processo di maturazione e all'ordine interiore del bambino, è pura follia. Gli avvenimenti dell'ambiente esterno si impadroniranno dei ragazzi perché essi sono spettatori della propria vita e non protagonisti, proprio come erano spettatori di spettacoli televisivi o davanti ad un qualsiasi schermo. Con tanta stimolazione, tanta invasione di rumori estranei si desensibilizza lo stupore necessario affinché, il bimbo prima e l'adolescente poi, possano interiorizzare gli apprendimenti, approfondire le conoscenze, ascoltare, accogliere, stare attenti alle necessità degli altri, guardare negli occhi, pensare alle conseguenze delle proprie azioni, discernere, ponderare, riflettere sul significato e sullo scopo di quello che fa. Per ottenere questo l'adolescente deve fare marcia indietro e reincontrarsi con il silenzio. Non sarà un compito facile perché, per una persona sovrastimolata, il silenzio è assordante. Il rumore non solo è assordante ma, contemporaneamente, inibisce le domande che lo stupore fa sorgere davanti all'osservazione della realtà. Per apprendere, infine, non serve solo ricevere informazioni, ma anche elaborarle, consolidarle, ed interiorizzarle. Inoltre perché la matematica e le scienze appaiano affascinanti, occorre che il pensiero non venga costantemente misurato, altrimenti si spegne. Il pensiero creativo ha bisogno di tempo, spazio, di serenità, di curiosità, di entusiasmo, deve potersi muovere senza restrizioni, freni o paure eccessive, deve poter trovare energia e distacco (Catastini 2017).

2.1.3. Ruolo del docente nell'apprendimento

Per quanto sostenuto nei Parr. 2.1.2 e 2.1.3 appare chiaro che, nel nuovo paradigma educativo, il ruolo del docente è oggi quello di essere non solo un esperto delle materie e dei contenuti che insegna, ma anche quello di essere consapevole dei propri stili cognitivi e di apprendimento e di come questi influiscano sulla sua modalità di insegnamento e di valutazione degli alunni; inoltre il docente deve essere conscio delle modalità di apprendimento del cervello, infine deve essere flessibile e dinamico per adattarsi alla classe che ha di fronte ed essere preparato a presentare i nuclei fondanti della propria disciplina in maniera da suscitare negli alunni curiosità e sorpresa, stimolandone al contempo la creatività. La figura del docente assume dunque una rilevanza fondamentale nel processo di apprendimento degli alunni: ora come tutor, ora come motivatore, ora come guida. Sebbene l'approccio *Inquiry*, utilizzato in alcune attività della sperimentazione, sia caldamente raccomandato per l'insegnamento delle scienze, esso prevede, a seconda del livello impostato (cfr. par. 2.2.1), un intervento diverso da parte del docente. In questa sede si è preferito avvalersi di un *Inquiry* strutturato e cioè di un percorso IBSE laddove è comunque prevista la figura del docente-guida per quel che riguarda la preparazione dei materiali per condurre l'esperimento. Come evidenziato da Mayer prima (2004) e da Kirschner poi (2006), quando gli studenti hanno troppa libertà di gestire e di strutturare il proprio lavoro, spesso perdono nel processo di ricerca le informazioni ed i contenuti che - al contrario - devono essere appresi per l'attività in questione. La presenza dell'insegnante come guida, invece, promuove un apprendimento significativo e costruttivo, permettendo al contempo l'acquisizione di competenze e conoscenze di maggiore

profondità ed evitando l'instaurarsi di misconoscenze dovuto ad una scarsa padronanza dell'argomento da parte degli alunni. Questo vale soprattutto per studenti nella fascia d'età 11-14 anni, quando l'esplorazione libera di un contenuto o di un ambiente complesso, come succede nell'IBSE aperto, può generare un eccessivo carico cognitivo difficilmente agganciabile a conoscenze pregresse, e che può ostacolare l'apprendimento stesso.

Inoltre, poichè le interazioni che generano l'apprendimento avvengono in quella che Vigotskij (1966) chiama Zona di Sviluppo Prossimale, ossia lo spazio tra il livello di sviluppo reale (ciò che si può raggiungere in autonomia) ed il livello di sviluppo potenziale (ciò che si può raggiungere con l'aiuto di altri), l'intervento della ricercatrice è stato inserito come l'aiuto che l'insegnante offre da mediatore e da costruttore di un ponte tra i due livelli di sviluppo, quello reale e quello potenziale. Questa funzione di guida esperta può essere in seguito assunta dagli alunni più capaci, e questo fa sì che essi possano apprendere aiutandosi l'un l'altro (Duran, 2014). Il docente gioca dunque un ruolo fondamentale nella vita e nell'apprendimento degli studenti, non soltanto per il tipo degli interventi educativi che attua come guida, ma anche come quella persona che garantisca agli alunni sicurezza emotiva e che funga da leader anche riguardo a comportamenti ed atteggiamenti. L'ambiente emotivo frutto delle interazioni personali, e nel quale l'insegnante dimostra empatia, fiducia, affetto, rispetto e dialogo, può garantire una partecipazione maggiore e più fluida da parte degli alunni e produrre un ambiente di apprendimento positivo basato su affetto ed autorevolezza (Artavia Granados, 2005).

2.2. APPROCCI DIDATTICI DELLA SPERIMENTAZIONE

Gli approcci utilizzati in questa sperimentazione fanno capo a quelli più efficaci menzionati da Hattie (2009) nel suo *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*, dove l'autore presenta il barometro di influenza dei diversi approcci didattici sui risultati e gli obiettivi raggiunti dagli alunni (Fig. 2.1). La scala del barometro va da $d = -0,2$ a $d = 1,2$, dove d rappresenta la dimensione dell'effetto (*effect size*), cioè la misura statistica della dimensione di un effetto che può essere relativo alla differenza tra gruppi o all'associazione tra variabili. Situazioni ed approcci didattici con $d < 0$ sono considerati potenzialmente dannosi per l'apprendimento e non dovrebbero verificarsi, come ad esempio i continui cambi di scuola, l'uso eccessivo della televisione, la bocciatura, le attività extracurricolari non strutturate. Se l'indice d è compreso tra 0 e 0,15 significa che l'approccio è influente in quanto questo livello del barometro indica quello che i ragazzi imparerebbero comunque senza andare a scuola. La parte arancione del barometro (d compreso tra 0,15 e 0,40) rappresenta un'influenza dell'approccio

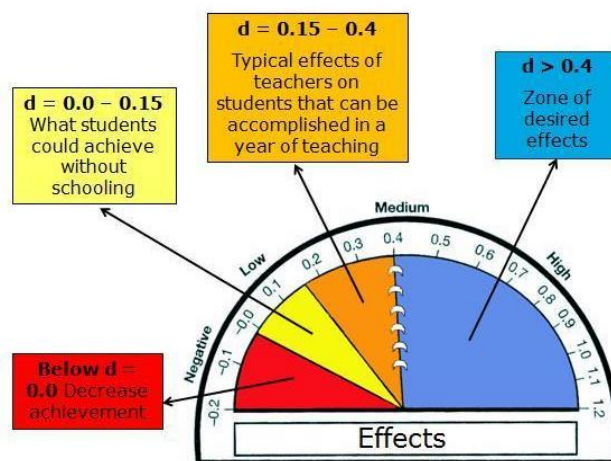


Fig. 2.1. Barometro di influenza dei diversi approcci (Hattie, 2009)

utilizzato paragonabile ad un anno di insegnamento da parte del docente ed infine della parte blu (d compreso tra 0,4 e 1,2) fanno parte tutti quegli approcci che hanno un grande impatto migliorativo sui risultati ottenuti dagli studenti. Per quanto detto sono stati scelti per questa sperimentazione il lavoro in piccolo gruppo (Fig. 2.2) e l'apprendimento attraverso l'approccio *Inquiry* che, in base alla ricerca citata, hanno un impatto di efficacia rispettivamente significativo (*High*) e discreto (*Medium*). Si è cercato di curare anche la relazione insegnanti-alunni che, con un impatto $d > 0.72$ (Fig. 2.3), è più determinante nell'apprendimento rispetto alla condizione socio-economico di partenza dell'alunno ($d > 0.57$).

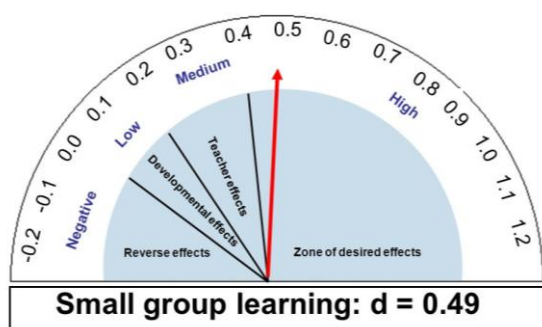


Fig. 2.2. Efficacia del lavoro in piccolo gruppo (Hattie, 2009)

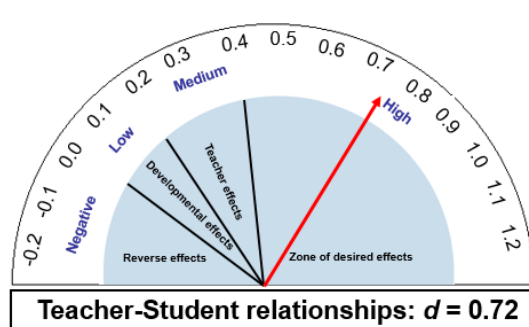


Fig. 2.3. Efficacia della relazione docente-discente (Hattie, 2009)

Questi approcci sono stati scelti perché sono in grado di trasformare la scuola in un ecosistema di apprendimento dove sia stimolata e potenziata la curiosità come base per una cultura del dubbio, poiché, come sostiene Rovira (2013) “...il dubbio è il bagaglio più valido dei geni e quello che manca nei fanatici.” Tale ecosistema assicura la centralità del processo di apprendimento, garantendo agli studenti un metodo di studio che permetta loro di confrontarsi con spirito critico in qualsiasi situazione e attraverso cui generare esperienze cognitive e soluzioni efficaci, in sintesi per garantire agli alunni il *lifelong learning*.

2.2.1. Approccio IBSE

L'insegnamento *Inquiry* in generale e quello IBSE (Inquiry Based Science Education) in particolare conducono gli studenti a seguire passo dopo passo il processo scientifico, partendo dall'osservazione per poi enunciare i problemi, controllare le variabili, fare ipotesi e predizioni, e descrivere le conclusioni. Nell'IBSE i laboratori sono parte integrante del corso che è centrato sull'apprendimento degli studenti piuttosto che sulle “narrazioni” dell'insegnante (Rocard et al., 2007). Si capisce, pertanto, come l'IBSE si fondi sulla convinzione che sia importante portare gli studenti a comprendere profondamente ciò che essi stanno imparando, e non semplicemente a ripetere contenuti e informazioni. In confronto a un superficiale processo di apprendimento finalizzato al voto, l'IBSE va in profondità e fa scoprire agli studenti come la motivazione ad apprendere derivi dalla soddisfazione di aver appreso e capito qualcosa in modo significativo e duraturo (Pascucci, 2014).

L'insegnamento IBSE è basato su alcuni ben precisi risultati della ricerca didattica che Franco (2018) riassume efficacemente in pochi punti:

- la comprensione in scienza è molto più della conoscenza di fatti;
- ognuno, e in particolare gli studenti, conosce e struttura la nuova conoscenza modificando e ridefinendo i concetti già posseduti e aggiungendone di nuovi a quelli già noti e che ritiene affidabili;
- il contesto sociale è fondamentale nella mediazione dell'apprendimento;
- l'apprendimento efficace richiede che gli studenti siano consapevoli ed artefici del proprio operato.

La naturale curiosità degli studenti è, almeno in parte, un tentativo di dare senso al mondo circostante - per renderlo prevedibile - e porta alla ricerca di modelli e relazioni, sia nelle loro esperienze personali che mediante l'interazione con gli altri. I ragazzi costruiscono la propria conoscenza attraverso la riflessione sull'esperienza vissuta. Quello che caratterizza l'*Inquiry* scientifico è il fatto che esso è relativo alla conoscenza e comprensione del mondo naturale e che analizza il mondo che ci circonda attraverso metodi basati sulla raccolta e sull'uso di evidenze. Per questa ragione una possibile definizione di *Inquiry* può essere come *"l'insegnamento che mira esattamente ad un particolare insieme di competenze degli studenti"* (Franco, 2018).

Questo particolare insieme di competenze degli studenti è stato chiaramente descritto dal National Research Council (2000) e viene riassunto nei seguenti cinque punti:

- lo studente è coinvolto da interrogativi di tipo scientifico;
- lo studente deve dare priorità alla dimostrazione nel rispondere alle domande;
- lo studente deve formulare spiegazioni a partire dalle prove che fornisce;
- lo studente collega le spiegazioni fornite alla conoscenza scientifica (comunemente accettata);
- lo studente comunica e giustifica le sue spiegazioni agli altri.

L'insegnamento IBSE non è una questione "tutto o niente" e può essere interpretato a livelli diversi, in una sorta di gerarchia, come quella riportata nella figura 2.4 (Bell et al., 2005). Esso può essere declinato non solo in base all'età degli alunni, e quindi al loro grado di autonomia ed indipendenza (Fig. 2.5), ma anche considerando gli spazi che si hanno a disposizione e la composizione della classe stessa.

LIVELLI DI INQUIRY	domanda di ricerca	procedimento	risposta/ soluzioni
inquiry confermativo gli studenti confermano un principio attraverso un'attività dove i risultati sono noti in anticipo.	X	X	X
inquiry strutturato gli studenti investigano una domanda presentata dall'insegnante attraverso una procedura assegnata.	X	X	
inquiry guidato gli studenti investigano una domanda presentata dall'insegnante usando procedure progettate o selezionate dagli studenti stessi.	X		
inquiry aperto gli studenti investigano domande formulate da loro attraverso procedure che progettano o selezionano.			

Fig. 2.4. Livelli Inquiry (Bell, 2005)

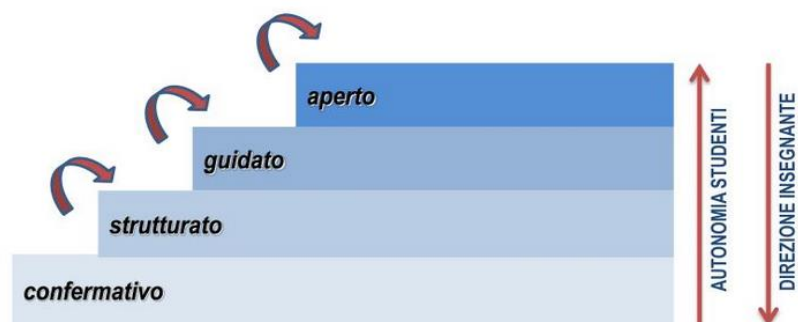


Fig. 2.5. Livelli *Inquiry*, autonomia degli studenti e guida dell'insegnante (Bell, 2005)

Come ben sintetizzato da Franco (2018), gli studenti coinvolti in un'attività IBSE iniziano con una fase esplorativa (*Engage*) in cui hanno l'opportunità di familiarizzare con il fenomeno da studiare. Le attività previste in questa fase del *learning cycle* (Fig. 2.6) hanno l'intento di generare interesse, curiosità e domande nella mente degli studenti. Segue poi una fase di investigazione (*Explore*), in cui gli studenti hanno la possibilità di indagare il modello oggetto di studio attraverso esperienze, spesso concrete, in cui possono utilizzare le loro preconoscenze per generare nuove idee, esplorare domande e progettare e/o svolgere investigazioni. Una terza fase del processo (*Explain*) prevede che, dopo aver portato a termine una serie di indagini, gli studenti vengano aiutati a focalizzare l'attenzione su particolari aspetti delle esperienze fatte attraverso la spiegazione dei concetti, l'introduzione del lessico scientifico appropriato e la discussione delle eventuali convinzioni errate emerse. La quarta fase (*Elaborate*) prevede che gli studenti abbiano la possibilità di approfondire e rinforzare la comprensione di ciò che hanno appreso, applicandolo in situazioni nuove. Nella quinta ed ultima fase (*Evaluate*) gli studenti sono incoraggiati ad autovalutare la propria comprensione di quanto appreso e le abilità acquisite e l'insegnante ha l'opportunità di valutare il progresso dei discenti nel raggiungimento degli obiettivi educativi e didattici.

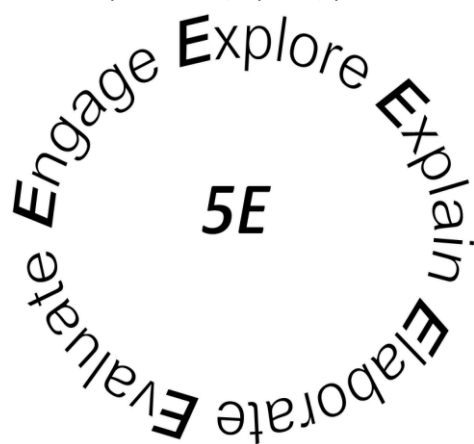


Fig. 2.6. Learning cycle

L'*Inquiry* dunque è una relazione complessa tra il pensiero creativo e la produzione di evidenze. Sfruttando il fatto che gli alunni sono curiosi per natura ed esplorano per dare un senso alla realtà che li circonda, è necessario permettere loro di porre e porsi domande, fare ipotesi, sperimentare, cercare spiegazioni, e questo è fondamentale non solo nella scuola primaria ma per l'intero percorso formativo. La creatività, considerata anche la "scienza dei bambini", è innata ed emerge quando questi cercano di comprendere il mondo che li circonda, sviluppando spiegazioni creative per i fenomeni naturali (Johnston, 2013). Adottare a scuola questo approccio esplorativo per insegnare scienze può mimare in maniera fedele i modi in cui lavorano gli scienziati (Tab. 2.4).

Fasi nel processo scientifico	Fasi nel processo creativo
Osservazione, porre/porsi domande, sviluppare piani di risoluzione	Preparazione: riflettere sul problema e raccogliere informazioni ad esso collegate
Ottenere informazioni, raccogliere dati, valutare prove raccolte	Incubazione: riflettere e rimuginare, spesso in maniera inconsapevole
Interpretare, spiegare, fare ipotesi	Illuminazione o rivelazione: la scintilla o il momento della creatività
Registrare, presentare e valutare	Disseminazione: condividere e verificare lo sforzo creativo

Tab. 2.4. Fasi del processo scientifico e quelle del processo creativo (riadattato da Davies, 2016)

Quando gli alunni osservano il materiale, si pongono domande e pianificano come proseguire nell'investigazione, non solo si stanno preparando a mettere in pratica il metodo scientifico, ma stanno anche mettendo in campo la loro creatività (Tab. 2.5).

Fasi approccio IBSE	Esplorazione creativa	Azione	Fasi nel processo creativo
<i>Engage</i>	Fenomeno, evento, situazione che suscita curiosità e meraviglia		Wonder
<i>Explore</i>	Che sta succedendo? Che cosa è cambiato? Quali materiali/oggetti sono coinvolti? Quali interazioni ci sono? Qual è il risultato di tali interazioni?		Wonder about
<i>Explain</i>	Spiegazioni personali supportate da evidenze. Misurare, comparare, predisporre dei test per verificare la bontà delle spiegazioni date.		Wonder at
<i>Elaborate</i>	Le spiegazioni date vengono usate ed applicate ad altri contesti dove accadono fenomeni simili.		
<i>Evaluate</i>	La valutazione e l'autovalutazione delle ricerche fatte e delle spiegazioni date possono portare a nuove spiegazioni o a nuovi dubbi. Ciò può portare a nuove investigazioni e ricerche.		Wonder whether

Tab. 2.5. Corrispondenza fasi del processo scientifico, esplorazione creativa, azione e processo creativo (riadattato da Davies, 2016)

Utilizzando l'IBSE, calibrato sull'età degli alunni, si riconosce agli studenti il potenziale di sviluppare conoscenza, competenza, atteggiamenti ed interessi necessari non solo nell'approccio scientifico, ma anche nella vita di tutti i giorni.

Ultimamente, come sostiene L'Ecuyer (2015), gli studenti sono stati abituati a ritmi che non si armonizzano con i loro ritmi interni, di fatto li abbiamo resi dipendenti da sovrastimoli esterni che cancellano il loro desiderio di apprendere: per questo essi soffrono di una dispersione dell'attenzione. Newton stesso attribuisce le sue scoperte "alla paziente attenzione, più che a qualsiasi altro talento" (Newton, 1687). I bambini nascono con la meraviglia che li spinge a conoscere quello che li circonda, a sintonizzarsi con la bellezza della realtà e a cercarne il senso. Quando il bambino è sovrastimolato attraverso uno schermo o attività che lo alienano dalla realtà, questa meraviglia si spegne a poco a poco. La fonte esterna di motivazione si sostituisce alla sua meraviglia e può causare comportamenti di dipendenza nel bambino. Quando l'esterno satura i nostri sensi, la meraviglia si addormenta e

smettiamo di prestare attenzione attivamente: ci poniamo passivamente e lo stimolo esterno consuma la nostra attenzione invece di essere noi stessi che ci concentriamo sull'ambiente esterno.

2.2.2. Lavoro in piccolo gruppo

Il lavoro in piccolo gruppo e la cooperazione sono competenze chiave per la società della conoscenza, così come è riconosciuta dalla stessa UNESCO (2011). La cooperazione ed il lavoro condiviso con gli altri hanno giocato un ruolo essenziale nell'evoluzione della nostra specie ed hanno permesso l'accumularsi di conoscenze ed abilità, non solo tra individui ma anche tra generazioni: questo è ciò che Tomasello (2009) chiama evoluzione culturale accumulativa, poichè l'intelligenza umana non è frutto solamente dello sforzo individuale. Lavorare in gruppo sviluppa inoltre negli alunni un ampio range di attitudini personali che non solo sono essenziali per il successo nelle scienze, ma che contribuiscono anche al benessere degli studenti come individui (Davies & McGregor, 2016). Gli scienziati, infatti, tendono a collaborare, spesso in squadre internazionali, in quanto hanno bisogno di ciò che Goleman (1996) chiama intelligenza emotionale: l'abilità di percepire cosa stanno pensando gli altri adattando il proprio comportamento a questa situazione. La cooperazione sviluppa abilità e attitudini necessarie per la società democratica: il lavoro di gruppo permette infatti di mettere in gioco abilità ed inclinazioni in situazioni reali e di sviluppare competenze interpersonali e cognitive utili per argomentare le proprie idee, l'ascolto attento dei punti di vista altrui, la risoluzione dei conflitti attraverso la negoziazione ed il rispetto di accordi condivisi (tabella 2.6.)

	Tutoraggio	Coperazione	Collaborazione
Uguaglianza	Bassa	Elevata	Elevata
Mutualità	Bassa	Media	Elevata
Conoscenza	Trasmissione unidirezionale	Trasmissione multidirezionale e condivisa	Trasmissione bidirezionale e negoziata
Zona di Sviluppo Prossimale	Il tutor aiuta un suo pari	Fluida e dinamica	Fluida e dinamica
Discorso	Unidirezionale	Unidirezionale e multidirezionale	Bidirezionale

Tab. 2.6. Caratteristiche dell'apprendimento tra pari all'interno di un gruppo di lavoro (Duran, 2014)

In questo senso l'apprendimento cooperativo e condiviso è visto come un'utile risorsa, particolarmente efficace per realizzare un'educazione interculturale e dunque inclusiva. La cooperazione è un motore di apprendimento significativo, poichè le interazioni con gli altri permettono il verificarsi di situazioni ottime, sia per l'apparizione del conflitto sociocognitivo (Piaget, 1961), che per la sua risoluzione attraverso la mediazione sociale (Vygotskij, 1966). L'apprendimento, infatti, non è un traguardo individuale ma il prodotto di attività sociali, con i membri più esperti che offrono aiuto e permettono al discente meno esperto di trasformarsi via via in un partecipante sempre più competente ed autonomo. Saper cooperare implica apprendere con gli altri e dagli altri, competenza che permetterà di continuare ad apprendere nell'intero arco della vita. L'apprendimento in piccolo gruppo è dunque una strategia per un'educazione diffusa e di qualità. Permette infatti di utilizzare pedagogicamente la differenza di conoscenza tra gli alunni, vedendola non come difficoltà ma come un'opportunità di apprendimento. In questo modo la diversità all'interno del gruppo è un requisito base affinché si stabilisca la mutua relazione di aiuto e si possano utilizzare le stesse differenze di conoscenze per far sì che gli studenti facciano da mediatori

nella costruzione della conoscenza dei loro coetanei. Nella cooperazione la conoscenza circola dentro il gruppo in maniera multidirezionale, non necessariamente da un alunno determinato ad un altro.

Uno studio abbastanza recente (Fiorella et al., 2013) sostiene che, sia apprendere per insegnare che apprendere per spiegare, promuovano l'apprendimento. Però il balzo in avanti, e cioè il raggiungimento di un apprendimento profondo ed interiorizzato, è garantito dall'insegnamento ad altri, poichè insegnare facilita la selezione del materiale e delle informazioni più rilevanti, l'organizzazione e l'integrazione del nuovo nella conoscenza previa. Nella condivisione con altri gruppi del materiale prodotto o dei risultati ottenuti in un determinato esperimento, sono proprio questi meccanismi che vengono attivati. Non si ottiene lo stesso risultato studiando dei contenuti in gruppo che si confronta personalmente, oppure con persone che si consultano, per esempio, virtualmente tramite internet. I motivi di queste differenze sono evidenti: il contatto diretto produce più materiale da rielaborare e stimola un'elaborazione più emotiva e più profonda rispetto al contatto ridotto ed impoverito attraverso uno schermo o una tastiera. Inoltre, elaborare le informazioni tramite il dialogo o la discussione è il modo migliore per approfondirle. Proprio perché gli individui sono creature sociali, preferiscono parlare tra loro. Il nostro cervello è prima di tutto e soprattutto un cervello sociale (Adolphs, 2009; Behrens et al., 2009), poiché esso si sviluppa con il gruppo. Il modo in cui si impara qualcosa determina il modo in cui il contenuto verrà memorizzato nel cervello. Già il verbo comprendere indica l'importanza dell'azione nell'apprendimento condiviso. I nativi digitali, cioè gli alunni che oggi tutti gli insegnanti si trovano di fronte, non compiono il circolo ermeneutico della comprensione: cliccano qua e là acriticamente, senza saper distinguere una fonte attendibile: cercano in maniera orizzontale (vale a dire superficiale), anzichè verticale (non vanno in profondità). La profondità del lavoro mentale necessaria per l'apprendimento è stata sostituita dalla superficialità digitale (Spitzer, 2013). Per quanto sostenuto finora, bisogna utilizzare metodi di apprendimento condiviso che promuovano episodi deliberati di ricerca-azione in cui gli studenti apprendono insegnando al resto del gruppo (Duran, 2014).

Johnson et al. (2009) individuano 5 interazioni caratteristiche che si devono instaurare nel lavoro di gruppo affinché esso possa chiamarsi cooperativo:

- a) Interdipendenza positiva: il successo di ogni membro è unito al successo del resto del gruppo e viceversa. Si stabilisce attraverso obiettivi di squadra, senso di appartenenza al gruppo, divisione delle risorse e ruoli complementari.
- b) Responsabilità individuale: per garantirla si può ricorrere alla scelta casuale di chi farà il report di gruppo.
- c) Interazione positiva: massimizzare le opportunità di interazione che permettano l'istaurarsi di dinamiche interpersonali di aiuto, assistenza, appoggio, motivazione e rinforzo tra i membri del gruppo.
- d) Uso appropriato delle abilità sociali: le abilità necessarie alla cooperazione (conoscere e fidarsi degli altri, modalità di comunicazione appropriate, accettazione ed appoggio reciproci e soluzione costruttiva dei conflitti) devono essere intenzionalmente insegnate affinché possano mettersi in pratica.
- e) Autoriflessione di gruppo: i membri del gruppo dedicano una parte del loro tempo a riflettere sul proprio processo di lavoro in funzione dell'obiettivo da raggiungere e prendono decisioni per riaggiustare il procedimento di lavoro e di miglioramento.

2.2.3. Lettura critica: abilità cognitivo-linguistiche e questionario C.R.I.T.I.C.

Come insegnanti, a prescindere dall'ordine di scuola di appartenenza e dalla materia insegnata, è necessario acquisire la consapevolezza che il linguaggio è un sistema per costruire significato. Bisogna imparare a vedere l'insegnamento delle scienze come un processo sociale e introdurre gli alunni dentro la comunità di persone che non solo fanno Scienza, ma che parlano e scrivono di Scienza. Infatti anche la Scienza è un processo sociale. In qualsiasi circostanza si faccia Scienza, si adattano forme di parlare, ragionare, osservare, analizzare, scrivere apprese nella comunità di provenienza e che vengono utilizzate per costruire argomentazioni che fanno parte della Scienza solo quando si condividono nella suddetta comunità. Come accade per una lingua straniera, per capire il significato complessivo della frase è necessario saper andare al di là del significato di ogni singola parola, cioè trovare le relazioni di significato tra le diverse parole (Lemke, 1990). In ogni caso, come professori dobbiamo imparare ad approfittare della flessibilità del linguaggio ed evocare lo schema, o *patròn tematico*, che vogliamo si utilizzi in un preciso istante. Il *patròn tematico* è una forma di visualizzazione della rete di relazioni tra il significato dei termini chiave nel linguaggio di un tema particolare. Il significato si costruisce, concetti e significati non esistono in astratto, e questo accade anche per il linguaggio scientifico. La lettura è altresì un processo fondamentale nell'apprendimento delle scienze, poiché non solo è uno degli strumenti più usati durante la carriera scolastica, ma può diventare uno strumento fondamentale con cui si può continuare ad imparare per tutta la vita (Marqu  z Bargall  , 2005)

Insegnare Scienza agli alunni implica insegnare a leggere, scrivere e parlare di Scienza (Jorba et al., 1998). Viviamo nel paradosso per cui ogni giorno siamo immersi sempre pi  in una societ  basata sull'informazione - basti pensare che si stima che ogni 2 giorni si produce la stessa mole di informazioni che l'umanit  ha prodotto in 5000 anni (L'Ecuyer, 2012) - e contemporaneamente gli alunni hanno sempre pi  difficolt  nell'esprimersi e nel comprendere un testo scritto. Deve esserci coerenza tra i modelli della Scienza, quelli dell'apprendimento e quelli dell'insegnamento. Il testo   uno strumento che facilita molto il compito di insegnare e di apprendere a qualsiasi livello educativo. Utilizzare un testo significa ricorrere ad uno strumento per facilitare il processo comunicativo in aula, che permetta la negoziazione di significato e la costruzione di conoscenza in maniera personale e collettiva, favorendo contemporaneamente le connessioni ed interrelazioni tra le preconoscenze dell'alunno e la nuova conoscenza che deve essere assimilata, affin   che l'apprendimento sia significativo.

Per facilitare le funzioni del testo si   utilizzato il questionario C.R.I.T.I.C. (Jiménez-Aleixandre et al., 2010 e Bartz, 2002) in figura 2.7. Il pensiero critico   un aspetto cruciale di cui ogni cittadino ha bisogno



Fig. 2.7. Questionario C.R.I.T.I.C.
(Bartz, 2002. Grafica: María Brea)

per essere parte attiva in una società plurale e democratica. La società attuale, con un accesso generalizzato all'informazione grazie ad internet e con un vero e proprio bombardamento di dati, fatti ed opinioni, richiede nuove competenze; tra queste gioca un ruolo fondamentale la capacità di pensiero critico, per comprendere qualsiasi tipo di testo a cui il cittadino ha accesso, spesso relativo ad argomenti scientifici, che lo coinvolgono più o meno direttamente (i.e. cambiamento climatico, OGM, energie rinnovabili etc). Questa capacità di analizzare criticamente il testo, i dati e le argomentazioni che esso apporta, e di giustificare il proprio punto di vista, richiede lo sviluppo del pensiero critico, campo in cui si sta ricercando da diverso tempo e da diverse prospettive (Paul&Elder, 2005).

Per promuovere questo tipo di pensiero bisogna facilitare un apprendimento attivo riguardante problemi legati alla vita reale e stimolare le interazioni tra studenti che permettano di esporre e condividere distinti modi di vedere la stessa problematica. Il pensiero critico include la formulazione di ipotesi ed il fatto di considerare un problema da punti di vista alternativi, porsi nuove domande, cercare possibili soluzioni e proporsi diverse strategie per investigare un fenomeno. Contemporaneamente, esso comporta lo sviluppo di un insieme di attitudini: ad esempio presupporre che il discorso non rifletta la realtà con obiettività ma che offra uno sguardo particolare e contestualizzato, specialmente nel caso in cui il testo sia un articolo di giornale o di una rivista. Il lettore critico esamina questa informazione e la conoscenza che apporta il testo dalla sua prospettiva, lo discute e propone alternative (Cassany, 2006). Per sfruttare queste opportunità bisogna organizzare la lezione alternando momenti individuali a quelli di gruppo. In caso di quest'ultimo, si valorizzerà e valuterà la capacità di confronto, di risoluzione dei problemi, di dibattito, di elaborazione di sintesi, in definitiva la capacità di negoziare e costruire conoscenza. Nel lavoro individuale si potrà comprovare la capacità di affrontare un testo e di applicare la conoscenza acquisita, tanto in ambito linguistico come in quello della materia specifica. Scrivere è un'attività di comunicazione sociale. Pianificare un testo e, in misura minore una risposta di qualche riga, significa interpretare il compito assegnato, raffigurarsi il risultato finale, generare ed organizzare idee. Il linguaggio fa sì che la conoscenza, che è la conseguenza di aver ottenuto determinati dati e di aver riflettuto su di essi, si possa discutere e diffondere, e per questo contribuisce in maniera importante alla costruzione della conoscenza stessa all'interno del gruppo classe.

Per quanto riguarda il linguaggio, bisogna concentrarsi sulle seguenti abilità cognitivo-linguistiche: descrivere, spiegare, giustificare ed argomentare. Descrivere scientificamente implica il dover identificare l'obiettivo della descrizione, categorizzare quello che si sta descrivendo, selezionare le proprietà dell'oggetto o dell'organismo osservato ed utilizzare le qualità più idonee per qualificarlo e quantificarlo. La spiegazione, da parte degli studenti, viene fatta in un contesto più rilassato della definizione e richiede una conoscenza fattuale ben strutturata. In una spiegazione sarà necessario: strutturare il testo con un inizio, uno sviluppo ed una fine, relazionare i fatti nuovi con le conoscenze preve, selezionare i fatti più interessanti, offrire agli altri componenti del gruppo di lavoro una nuova prospettiva che permetta di fare inferenze (sempre a livello pratico "che può succedere se..." "cosa succede se non..."). Nella giustificazione si richiede che gli alunni dimostrino come interpretano determinati fatti o fenomeni, vincolandoli con i concetti teorici che già posseggono e che eventualmente hanno ricalibrato a seguito della lettura o dell'attività svolta. Bisogna tener presente che imparare a giustificare è apprendere a fare Scienza. Infatti giustificare scientificamente implica: categorizzare la questione in un quadro di riferimento, identificare i fatti o le entità che si vogliono

giustificare, inferire possibili relazioni tra i fatti o entità che si devono giustificare con altri fatti o entità a partire da analogie, leggi, modelli o teorie, selezionare le relazioni più adeguate, organizzare queste relazioni in maniera coerente, differenziando le idee personali da quelle scientifiche. Giustificare inoltre significa: produrre ragioni e motivazioni, stabilirne relazioni che portino a modificare il valore epistemico legato al *corpus* di conoscenza, inclusi i contenuti della giustificazione, esaminare l'accettabilità delle ragioni o degli argomenti (Jorba, 1998). Un testo è soddisfacente quando compie questi tre requisiti: pertinenza, completezza e precisione (Bisbal et al. 2000). Disporre di questo strumento ci permette di analizzare punto per punto le risposte degli alunni.

Il quadro linguistico ha un obiettivo funzionale perché non pretende di approfondire la grammatica né tantomeno insegnare linguistica, ma è quello di individuare gli elementi essenziali per favorire e migliorare l'uso del linguaggio in aula per facilitare l'apprendimento, poiché la lingua è, a questo scopo, uno strumento essenziale. Inoltre la capacità di argomentare, spiegare e definire sono abilità fondamentali per l'appropriazione dei contenuti curricolari, non soltanto di Scienza: queste sono capacità cognitivo-linguistiche imprescindibili e da implementare nel curriculum di ogni materia e a qualsiasi livello. Jiménez Aleixandre e Díaz de Bustamante (2003) definiscono l'argomentazione in Scienza come la capacità di mettere in relazione dati e conclusioni, di valutare enunciati teorici alla luce di dati empirici precedentemente raccolti. D'altra parte il Gruppo LIEC (Lectura y Enseñanza de las Ciencias) della Università Autonoma di Barcellona, propone una definizione più esplicita: *“l'argomentazione è un'attività sociale, intellettuale e verbale, che serve per giustificare o rifiutare un'opinione e che consiste nel fare dichiarazioni tenendo in considerazione il ricevente e la finalità con le quali viene emesso. Per argomentare è necessario scegliere tra diverse opzioni e ragionare per la scelta dei criteri che permettono di valutare come migliore l'opzione scelta”* (Sardà&Sanmartí, 2000).

2.2.4. Laboratorio hands-on

Il linguaggio, oltre a essere collegato con l'apprendimento cognitivo come detto pocanzi, è intimamente legato anche con la musica e con lo sviluppo dell'area motoria. Il linguaggio è connesso direttamente con la motricità manuale fine: essa è la capacità che ci permette di realizzare movimenti sicuri e molto precisi come, per esempio, manipolare una vite grande una decima parte della nostra unghia. Ebbene, le reti neurali di questa motricità fine si sovrappongono con le reti neurali della parola in modo da retroalimentarsi a vicenda durante il processo di apprendimento. Detto in altro modo per dominare il linguaggio è necessario manipolare con le mani, specialmente durante l'infanzia (Bueno, 2016). Per di più l'impiego delle attività hands-on ed IBSE sviluppano il lavoro di squadra, il pensiero critico e le competenze di problem solving. Le attività manuali coinvolgono gli studenti in un'esperienza a 360°, in quanto vengono coinvolte le tre intelligenze (intellettiva, emotiva e relazionale) nel processo di apprendimento (Occhipinti, 2014). È senz'altro vero che il metodo laboratoriale Inquiry chiede maggior tempo e impegno da parte degli studenti e degli insegnanti in confronto al metodo diretto – quello cioè che prevede semplicemente la verifica di risultati di un esperimento già svolto- o alla lezione frontale, ma non tutta l'attività didattica deve necessariamente svolgersi con questo sistema in quanto è stato rilevato come esso, una volta attuato per alcuni argomenti, abbia poi influssi decisamente positivi anche sulla resa degli studenti impegnati nel metodo diretto (Catastini, 2017). Inoltre, anche nell'ottica dell'Agenda 2030 sulla sostenibilità, è importante organizzare i laboratori con materiale povero che possa derivare da oggetti riutilizzati (Michellini, 2015).

In laboratorio gli alunni parlano di Scienza, si aiutano, si guidano; il laboratorio è l'uso vivo del linguaggio della Scienza integrato con l'attività manuale. L'educazione non deve essere ostaggio della "tirannia del calendario" e di un insieme di nozioni inappropriate che accompagnano l'educazione di massa, o di illusioni tecnocratiche che cercano la produttività educativa, intesa semplicemente come buon rendimento nelle prove standardizzate (e.g. INValSI): a scuola è necessario trovare ed investire del tempo nelle attività pratiche (Lemke, 1990). Inoltre l'ossessione per l'utilità e la produttività in educazione, che si traduce in un'attenta pianificazione ed esecuzione per raggiungere obiettivi arbitrari, come per esempio salire nel ranking (cfr. par. 2.1), spesso trascurava l'importanza di altre dimensioni nell'educazione, come per esempio quelle pratiche ed artistiche (L'Ecuyer, 2015). La Scienza contestualizzata e con un riscontro pratico, invece, permette non solo di costruire conoscenza permanente, mediata dalla manipolazione, ma anche di trasferirla più facilmente in altri contesti; consente inoltre agli alunni di provare emozioni e di scoprire risorse per generare nuove domande, impegnarsi nella ricerca di soluzioni e sperimentare la soddisfazione una volta trovate; garantisce infine di apprendere con un impatto diretto ed attivo (Fig. 2.8) in una situazione che è a stretto contatto non solo con il loro vissuto personale e quotidiano, ma anche con la comunità in cui gli alunni vivono. Le attività scolastiche dunque dovrebbero essere programmate affinché gli studenti possano:

- costruire idee scientifiche che spieghino non solo il fenomeno ma anche il contesto in cui esso si verifica e che tali idee siano trasferibili;
- apprendere come si fa Scienza mettendola in atto;
- apprendere a valutare da diverse angolature le situazioni didattiche che vengono loro sottoposte;
- apprendere a prendere decisioni rilevanti e giuste per il contesto sociale.

La parola *giuste* della riga precedente ci riporta a quello che già Platone sosteneva nel "Fedro" e ne la "Repubblica", dove la giustizia era presentata come la quarta virtù dell'anima ed era la conseguenza dell'armonizzazione delle tre virtù principali; la saggezza (adeguato uso del pensiero e della riflessione), la temperanza (adeguato uso delle emozioni) e la forza (adeguato uso delle azioni). Aggiungeva inoltre che la coerenza si manifesta quando c'è armonia tra saggezza e forza (tra quello che si pensa e quello che si fa), la congruenza si ottiene quando si armonizzano temperanza e saggezza (quello che si prova e quello che si pensa) e la consistenza si produce quando temperanza e forza sono in armonia (quello che si prova con quello che si fa). Così la giustizia è la conseguenza di coerenza, consistenza e congruenza, cioè quando testa, cuore e mani si allineano nella ricerca del bene comune a tutti i livelli che ritornerà poi più avanti quando si parlerà della componente sociale dello sviluppo sostenibile.



Fig. 2.8. Cono dell'apprendimento (Dale, 1969)

2.2.5. Compito di Realtà

Come ampiamente sostenuto in precedenza (cfr. par. 2.2.2 e 2.2.3) la scuola ha oggi il compito di fornire a bambini e ragazzi un ampio ventaglio di conoscenze, capacità, competenze e spirito critico da mettere in campo per risolvere questioni che si presentano nella loro vita quotidiana presente e futura. In quest'ottica sta prendendo sempre più piede la realizzazione del "compito di realtà" ossia una situazione problematica, complessa e nuova, quanto più possibile vicina al mondo reale, da affrontare e risolvere utilizzando conoscenze e abilità già acquisite, e trasferendo procedure e condotte cognitive in contesti e ambiti di riferimento moderatamente diversi da quelli resi familiari dalla pratica didattica (Gentili, 2017). Pur non escludendo prove che chiamino in causa una sola disciplina, è opportuno privilegiare prove per la cui risoluzione l'alunno debba richiamare in forma integrata, componendoli autonomamente, più apprendimenti acquisiti. La risoluzione della situazione-problema (compito di realtà o compito autentico) viene a costituire il prodotto finale degli alunni su cui si basa la valutazione dell'insegnante². Un compito di realtà può prevedere, ad esempio, di assolvere un incarico, realizzare un progetto, costruire qualcosa di concreto o cimentarsi in una performance. Il compito non è mai solo un impegno individuale, ma può essere svolto, interamente o in alcune sue parti, anche in coppia o nel piccolo gruppo, e contemplare momenti di condivisione con l'intera classe, nel grande gruppo, per l'argomentazione finale (circle time).

Per essere definito tale il compito di realtà deve possedere le seguenti caratteristiche (Tessaro, 2015):

- propone compiti che ci si trova ad affrontare nel mondo reale, sia personale che professionale;
- pone problemi complessi, adeguati ovviamente all'età dello studente, ma aperti a diverse interpretazioni, risposte e scelte;
- non possiede mai una risoluzione unica e definitiva, ma può essere svolto da diverse prospettive e punti di vista;

² <https://www.lavorareascuola.it/compito-di-realta/>

- non si può risolvere con poco tempo: solitamente vengono associati a ogni compito giorni o settimane;
- è pensato per essere svolto in gruppo, quindi uno dei requisiti fondamentali per la sua risoluzione è la collaborazione;
- adotta una prospettiva multidisciplinare: non si tratta di mettere in campo conoscenze di una sola materia, ma di saper selezionare le informazioni e ragionare in modo completo e critico;
- comporta un prodotto finale, che verrà valutato dall'insegnante o dagli insegnanti.

Anche nelle Linee guida della Circolare del MIUR n.3 del 13.02.2015, relativamente al compito di realtà ed alla conseguente certificazione delle competenze che gli alunni devono possedere al termine del Primo Ciclo di Istruzione, si legge: *“In tale prospettiva si richiama anzitutto ciò che le Indicazioni affermano in modo specifico in materia di certificazione delle competenze.*

La scuola finalizza il curriculum alla maturazione delle competenze previste nel profilo dello studente al termine del primo ciclo, fondamentali per la crescita personale e per la partecipazione sociale, e che saranno oggetto di certificazione.

Sulla base dei traguardi fissati a livello nazionale, spetta all'autonomia didattica delle comunità professionali progettare percorsi per la promozione, la rilevazione e la valutazione delle competenze. Particolare attenzione sarà posta a come ciascuno studente mobilita e orchestra le proprie risorse – conoscenze, abilità, atteggiamenti, emozioni – per affrontare efficacemente le situazioni che la realtà quotidianamente propone, in relazione alle proprie potenzialità e attitudini. Solo a seguito di una regolare osservazione, documentazione e valutazione delle competenze è possibile la loro certificazione, al termine della scuola primaria e della scuola secondaria di primo grado, attraverso i modelli che verranno adottati a livello nazionale. Le certificazioni nel primo ciclo descrivono e attestano la padronanza delle competenze progressivamente acquisite, sostenendo e orientando gli studenti verso la scuola del secondo ciclo.

Dall'ampia citazione riportata si desume chiaramente che:

- 1) *la maturazione delle competenze costituisce la finalità essenziale di tutto il curriculum;*
- 2) *le competenze da certificare sono quelle contenute nel Profilo dello studente;*
- 3) *le competenze devono essere promosse, rilevate e valutate in base ai traguardi di sviluppo disciplinari e trasversali riportati nelle Indicazioni;*
- 4) *le competenze sono un costrutto complesso che si compone di conoscenze, abilità, atteggiamenti, emozioni, potenzialità e attitudini personali;*
- 5) *le competenze devono essere oggetto di osservazione, documentazione e valutazione;*
- 6) *solo al termine di tale processo si può giungere alla certificazione delle competenze, che nel corso del primo ciclo va fatta due volte, al termine della scuola primaria e al termine della scuola secondaria di primo grado.”*

Il compito di realtà, proprio perché intende contribuire alla valutazione del livello di competenza maturato dall'allievo, deve anche contenere, già nella fase di progettazione, una chiara esplicitazione di che cosa all'interno del compito deve essere realizzato e come verrà valutato. Tra gli strumenti utili per valutare le prestazioni realizzate nelle varie prove e coinvolgere attivamente lo studente nel processo valutativo delle sue competenze, risultano particolarmente efficaci le rubriche di valutazione, le schede di riflessione e autovalutazione personale, le auto-narrazioni, il diario di bordo e il portfolio (Gentili, 2017). In questa sede (cfr. par. 3.3.2, 3.3.3, 3.4 e 3.4.1) agli alunni, oltre alle attività della sperimentazione, sono stati proposti questionari di riflessione sulle attività svolte, con

scala Likert³, per rilevare il gradimento degli alunni, le difficoltà che hanno incontrato ed il loro stato d'animo durante lo svolgimento delle attività.

2.3. APPROCCI DI ANALISI: METODOLOGIA QUALITATIVA E QUANTITATIVA

Per l'elaborazione dei risultati di questa sperimentazione si è utilizzato un approccio metodologico misto, cioè una combinazione di analisi quantitativa e qualitativa, e dunque sono state messe in campo due analisi che afferiscono rispettivamente al paradigma positivista sperimentale e a quello costruttivista metodologico (Kuhn, 1962).

Combinare ed integrare l'analisi qualitativa e quella quantitativa dei dati raccolti è essenziale perchè non è importante solo il prodotto degli studenti (inteso come risposta giusta o risposta sbagliata) ma è importante individuare, guidare e seguire il processo mentale e cioè il ragionamento che l'alunno ha utilizzato per ottenere la risposta e come quest'ultima è formulata ed espressa. Quest'ultima accezione di analisi di dati bene si coniuga con quanto prescritto non solo dalle Indicazioni Nazionali, ma anche dal loro recente aggiornamento (Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari, 2018). In questa sede viene ribadita l'importanza dell'analisi e della valutazione non più solo come certificazione finale di apprendimenti e competenze, ma anche come procedura che accompagna il processo di apprendimento dall'inizio alla fine. La tabella 2.7 evidenzia le principali differenze tra le due metodologie. In una ricerca di tipo quantitativo la raccolta delle informazioni avviene grazie all'utilizzo di strumenti strutturati come test e questionari a risposta chiusa. I dati ottenuti si presentano sotto forma numerica in virtù della quale si possono costruire grafici e tabelle, per poi procedere con l'elaborazione statistica. Perciò, in una ricerca di tipo quantitativo, occorre utilizzare un gran numero di partecipanti per avere dei dati statisticamente significativi. Pertanto, se da un lato l'analisi quantitativa consente la riproducibilità del dato e della procedura utilizzata nell'elaborazione dello studio, essa però non tiene conto delle sfumature della variabilità umana: questo invece è permesso dall'analisi qualitativa (Fiore, 2016), che è utilizzata in questo studio perchè pertinente alla tipologia di percorso strutturato dell'attività, dato che si tratta di identificare la natura profonda delle realtà, la struttura dinamica, quella cioè che dà piena ragione dell'apprendimento e del comportamento degli alunni (Martínez, 2014). La ricerca qualitativa porta alla raccolta di informazioni osservabili non in forma numerica, ma attraverso una serie di etichette o di classificazioni; essa si concentra perlopiù su dati verbali piuttosto che dati numerici (Punch, 2014). L'analisi qualitativa, altresì, consente di individuare una serie di sfumature di un determinato comportamento o evento che non potrebbero essere colte con un altro metodo. Tuttavia questo tipo di analisi presenta alcuni limiti, riconducibili all'estrema individualità e soggettività con cui si raccoglie un dato (Acqua, 2018).

³ La scala Likert è una tecnica per la misura di dell'accordo/disaccordo degli intervistati su certe affermazioni (dette item). Usualmente le scale usate vanno da 5 a 7 livelli.

METODOLOGIA QUANTITATIVA	METODOLOGIA QUALITATIVA
• Si parte dalla letteratura esistente per definire il campo di ricerca • I dati sono tradotti in forma misurabile: sono raccolti dunque attraverso domande a risposta multipla, punteggi su scala etc. • I dati hanno una forma numerica e sono analizzati con programmi statistici • I dati raccolti sono oggettivi	• Ogni contesto di ricerca è unico, specifico ed irripetibile • Si richiedono descrizioni o risposte libere attraverso questionari a risposta aperta, interviste, focus group, etc. • I dati raccolti sono costituiti da testi da analizzare con rubriche o software appositi quali Nvivo ed Atlas.ti. • I dati raccolti sono soggettivi
STRUMENTI QUANTITATIVI	STRUMENTI QUALITATIVI
• Raccolta dati effettuata su un campione ampio • Ha come finalità ultima la verifica dell'ipotesi iniziale • È generalizzabile • Questionari, rating scales, check list per osservazioni sistematiche	• Raccolta di dati su un campione ristretto e selezionato, studio di caso • Finalità esplorativa • Approfondimento dell'esperienza e dei vissuti soggettivi • Interviste, diari di bordo, rubriche, osservazioni sistematiche

Tab. 2.7. Confronto tra metodologia quantitativa e metodologia qualitativa (adattato da Coggi, 2005)

Nel campo della ricerca educativa dunque l'elaborazione dei dati non può limitarsi ad una o all'altra ma deve rifarsi ad entrambe, perché sono strettamente legate e integrative per ottenere un bagaglio più ampio ed arricchito di informazioni (Trinchero, 2012). Quindi per questa ricerca si è voluto abbinare le due analisi (qualitativa e quantitativa), in modo tale che tutti i dati raccolti durante la sperimentazione potessero offrire maggiori informazioni possibili utili per l'elaborazione esaustiva del progetto di studio. Per la combinazione delle due analisi, in particolare per quella qualitativa, è stato necessario redigere delle rubriche valutative sulle quali sono state riportati gli obiettivi della ricerca e gli indicatori utili per stabilire i livelli di padronanza (cfr. par. 3.4).

2.3.1. Le rubriche per l'analisi qualitativa

Una rubrica o matrice di valutazione è uno strumento in forma di tabella a doppia entrata dove vengono riportati i criteri ed i livelli qualitativi di un certo compito o prestazione richiesta agli alunni. È uno strumento relativamente obiettivo che permette all'alunno di sapere che cosa ci si aspetta da lui in ogni attività, rendendolo più consapevole e partecipe del proprio processo di apprendimento (Varisco, 2004). Per realizzare una rubrica bisogna tenere in considerazione i seguenti passi:

- Scegliere il compito da trattare.
- Selezionare i contenuti o le abilità importanti dell'unità e decidere con chiarezza che cosa si vuole valutare e quindi circoscrivere la prestazione oggetto della rubrica di valutazione.
- Descrivere i criteri di valutazione specifici di ogni area o compito.
- Descrivere una scala dei criteri che vada da più a meno.

Attraverso la strutturazione di rubriche si raggiunge dunque quella che viene chiamata valutazione autentica e dinamica delle competenze (Tessaro, 2015) nella sua accezione più ampia:

- Pluridimensionale, perché non si riduce solo ad un unico obiettivo;
- Predittiva, perché valuta compiti e prestazioni complesse, utili e significative anche per l'orientamento scolastico degli alunni;
- Vantaggiosa per gli studenti che, conoscendo le aspettative del docente, svolgono con maggiore *cognitio causae* i compiti concreti in situazioni reali. Grazie al tipo di compito

complesso oggetto della valutazione autentica, si richiede agli studenti l'attivazione di processi di pensiero costruttivo e non solo riproduttivo. Questa valutazione rende gli alunni più consapevoli dei propri limiti, capacità e livelli di apprendimento.

Come riportato in letteratura (DaRe, 2013; Rhodes, 2010) la rubrica non serve ad individuare un punteggio o un voto finale, quanto a descrivere una prestazione e indicare se e come i traguardi stabiliti in precedenza siano stati raggiunti, dedicando un'attenzione particolare al livello di padronanza: si tratta dunque di uno strumento generale di valutazione impiegato per valutare la qualità non solo dei prodotti, ma anche dei processi in un determinato ambito (Stevens et al., 2012). Come messo in evidenza da Petracca (2015) *"I compiti di realtà ed i progetti, che rappresentano buona parte dell'attività didattica odierna, però hanno dei limiti in quanto per il loro tramite gli insegnanti possono cogliere la manifestazione esterna della competenza, ossia la capacità dell'allievo di portare a termine il compito assegnato, ignorando però tutto il processo che compie l'alunno per arrivare a dare prova della sua competenza. Per questi motivi, per verificare il possesso di una competenza è necessario fare ricorso anche ad osservazioni sistematiche che permettono agli insegnanti di rilevare il processo, ossia le operazioni che compie l'alunno per interpretare correttamente il compito, per coordinare conoscenze e abilità già possedute, per ricercarne altre, qualora necessarie, e per valorizzare risorse esterne (libri, tecnologie, sussidi vari) e interne (impegno, determinazione, collaborazioni dell'insegnante e dei compagni). Gli strumenti attraverso cui effettuare le osservazioni sistematiche possono essere diversi - griglie o protocolli strutturati, semistrutturati o non strutturati e partecipati, questionari e interviste - ma devono riferirsi ad aspetti specifici che caratterizzano la prestazione (indicatori di competenza) quali:*

- *autonomia: è capace di reperire da solo strumenti o materiali necessari e di usarli in modo efficace;*
- *relazione: interagisce con i compagni, sa esprimere e infondere fiducia, sa creare un clima propositivo;*
- *partecipazione: collabora, formula richieste di aiuto, offre il proprio contributo;*
- *responsabilità: rispetta i temi assegnati e le fasi previste del lavoro, porta a termine la consegna ricevuta;*
- *flessibilità: reagisce a situazioni o esigenze non previste con proposte divergenti, con soluzioni funzionali, con utilizzo originale di materiali, ecc.;*
- *consapevolezza: è consapevole degli effetti delle sue scelte e delle sue azioni.*

Le osservazioni sistematiche, in quanto condotte dall'insegnante, non consentono di cogliere interamente altri aspetti che caratterizzano il processo: il senso o il significato attribuito dall'alunno al proprio lavoro, le intenzioni che lo hanno guidato nello svolgere l'attività, le emozioni o gli stati affettivi provati. Questo mondo interiore può essere esplicitato dall'alunno mediante la narrazione del percorso cognitivo compiuto. Si tratta di far raccontare allo stesso alunno quali sono stati gli aspetti più interessanti per lui e perché, quali sono state le difficoltà che ha incontrato e in che modo le abbia superate, fargli descrivere la successione delle operazioni compiute evidenziando gli errori più frequenti e i possibili miglioramenti e, infine, far esprimere l'autovalutazione non solo del prodotto, ma anche del processo produttivo adottato. La valutazione attraverso la narrazione assume una funzione riflessiva e metacognitiva nel senso che guida il soggetto ad assumere la consapevolezza di come avviene l'apprendimento".

Le rubriche sono utili strumenti da utilizzare per le osservazioni sistematiche come sostiene Ellerani (2013): *“E’ possibile definirle come uno strumento che elenca i criteri che dovrebbero ispirare la valutazione di cosa conta della competenza e di sue dimensioni. Analogamente possono diventare una guida per la valutazione dei prodotti previsti dal compito esperto... La rubrica è un set di criteri coerenti per valutare il lavoro, le competenze e gli studenti, che include descrizioni dei livelli, della qualità delle competenze articolate attraverso specifici criteri... La rubrica esprime chiaramente dei livelli di qualità per ogni dimensione della competenza ritenuta necessaria da valutare”*.

Durante i periodi di studio trascorsi presso il dipartimento di Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals dell’Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) con il progetto Erasmus Traineeship (a.a. 2016-17 e 2017-18) è stato possibile approfondire e dettagliare maggiormente alcuni aspetti specifici della ricerca qualitativa in questione. In particolare, con la collaborazione della Prof.ssa Conxita Màrquez Bargalló e del gruppo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències) della UAB, sono stati realizzate e/o revisionate delle rubriche valutative per esaminare le risposte date dagli alunni: queste sono state analizzate ed inquadrare in quattro livelli: Elaborato, Intermedio, Essenziale, Mancante. Per categorizzare sia le risposte riguardo alla conoscenza del concetto di Sviluppo Sostenibile che la componente di azione del Traguardo di Competenza, sono state elaborate altre due rubriche (cfr. par. 3.4).

2.3.2. Strumenti per l’analisi quantitativa

I dati per l’analisi quantitativa sono stati ricavati dall’elaborazione statistica della frequenza delle risposte, raccolte con la scala Likert, degli alunni al questionario di Consapevolezza ambientale (Cfr. Cap. 3.3.3 e 3.3.4). La scala Likert è uno dei metodi affidabili per misurare gli atteggiamenti e i comportamenti utilizzando una serie di opzioni di risposta che vanno da un estremo all’altro (ad esempio, da per niente d’accordo a del tutto d’accordo) e pertanto permette di scoprire i diversi gradi di giudizio. Il questionario è uno strumento molto utilizzato per la valutazione delle attività di un progetto, di un percorso didattico, di un’esperienza vissuta. Esso viene usato con frequenza maggiore rispetto ad altre forme di indagine perché permette di raccogliere molte informazioni in un tempo relativamente breve. Affinché sia efficace è però necessario progettare con cura e monitorare attentamente molti elementi: dalla scelta delle variabili da considerare, alla formulazione delle domande, all’analisi dei dati (Gattico&Mantovani, 1998). Le domande del questionario sono state rivolte agli alunni nella stessa forma, scritta, e sono state formulate con particolare attenzione per far sì che esse rappresentassero lo stesso stimolo per tutti gli alunni e che trasmettessero loro l’esatto significato dell’informazione richiesta.

CAPITOLO 3 – MATERIALI E METODI

3.1. STRUTTURA DELLA SPERIMENTAZIONE

Come descritto nel paragrafo 1.3, l'argomento affrontato in questo progetto di dottorato è stato quello dei Geomateriali, ed in particolare la loro estrazione, sfruttamento e relative conseguenze ambientali, sociali ed economiche. La motivazione che ha spinto la sperimentatrice a scegliere tale argomento nell'ambito della sua ricerca nasce dall'esperienza professionale diretta che ha avuto nel corso degli anni: infatti, sia come docente di Matematica e Scienze che come docente di Sostegno, la candidata ha osservato una trattazione *a latere* e frammentaria di argomenti che al contrario, se trattati in maniera organica, olistica e con la partecipazione di tutti i docenti del consiglio di classe, sarebbero fondamentali per lo sviluppo di una consapevolezza ambientale. Essa, infatti, è necessaria per poter fare delle scelte libere ed indipendenti in una società complessa, multiforme e cangiante come quella odierna. La sperimentazione è stata rivolta sia ai docenti che agli alunni, come illustrato dalla figura 3.1.

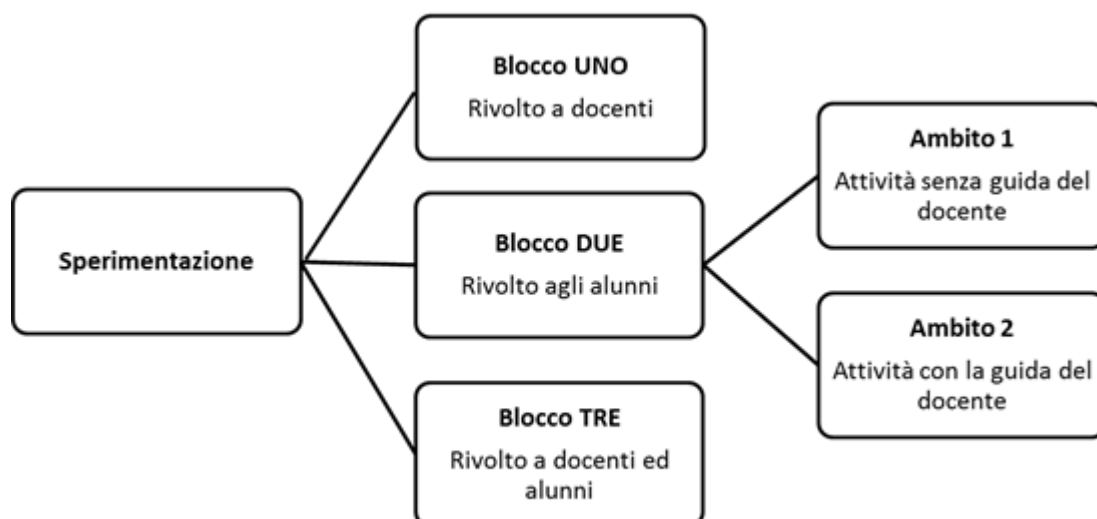


Fig. 3.1. Quadro sinottico della sperimentazione didattica

I blocchi UNO e DUE sono stati svolti nella scuola "E. Paladini" di Treia (per un totale di 26 docenti e 77 alunni), mentre il blocco TRE è stato sviluppato presso la scuola "Via U. Bassi" di Civitanova Marche (30 docenti e 17 alunni coinvolti).

Per quanto riguarda la sperimentazione concernente i docenti (blocchi UNO e TRE), sono stati svolti contestualmente un seminario ed un'attività pratica. Infatti, per effettuare il salto di qualità nella didattica a scuola, è necessario formare i docenti per passare da una didattica trasmissiva ad una che renda gli alunni protagonisti attivi del loro apprendimento, e che contemporaneamente li impegni in compiti che facciano sviluppare competenze superiori alla semplice memorizzazione di concetti o alla mera esecuzione di istruzioni (Pirrami, 2010). È dunque necessario, a livello formativo, lavorare su due fronti: non solo quello che prevede la realizzazione di attività coinvolgenti e scientificamente significative per gli alunni, ma anche prevedere momenti di aggiornamento per gli insegnanti per

fornire loro nuovi spunti didattici, oltre che strumenti metodologici e procedure didattiche qualificate ed innovative.

Per quanto concerne la sperimentazione rivolta agli alunni (nei blocchi DUE e TRE), da un'attenta analisi della tabella 3.1 si evincono alcune differenze nelle attività realizzate. Nel blocco DUE la sperimentazione si è protratta per 4 incontri ed è stata strutturata con l'intento di rilevare:

- 1) la capacità degli alunni di individuare la relazione tra variabili in ambito ambientale e giustificarla;
- 2) l'evoluzione della conoscenza del concetto di Sviluppo Sostenibile da parte degli studenti ;
- 3) il Traguardo di Competenza finale.

Per quanto riguarda la giustificazione della relazione in ambito ambientale si intende la formulazione, da parte degli alunni, di una giustificazione individuata sulla base di evidenze o osservazioni che si possono evincere dal materiale fornito nelle diverse attività, da conoscenze pregresse degli studenti o da inferenze tra queste due componenti. Ciascuna relazione individuata ed ogni giustificazione fornita nel corso delle attività hanno lo scopo di far comprendere l'alto livello di interconnessione esistente tra fenomeni - empirici e scientifici - apparentemente molto distanti e svincolati tra loro come ad esempio: il legame tra deforestazione - suolo consumato - cambiamenti climatici, oppure quello tra crescita economica - crescita demografica - siccità o ancora la connessione tra crescita economica - sfruttamento delle risorse naturali - inquinamento (Diamond, 2014). Con il termine evoluzione del concetto di Sviluppo Sostenibile, al punto 2, ci si riferisce al suo sviluppo, alla sua progressiva acquisizione e/o miglioramento da parte degli alunni secondo criteri di completezza, pertinenza e precisione (Appendice 21).

Nel blocco TRE, invece, l'attività si è concentrata in un'unica lezione della durata di due ore: è dunque stata rilevata soltanto l'evoluzione della conoscenza del concetto di Sviluppo Sostenibile, perché lo scarso tempo a disposizione non ha permesso di rilevare il Traguardo di Competenza ambientale. A questa diversa tempistica però corrispondono identici strumenti di rilevazione dati e identiche rubriche di valutazione di quanto realizzato dagli alunni per quanto concerne - appunto - l'evoluzione della conoscenza del concetto di Sviluppo Sostenibile.

Per corroborare quanto già sostenuto in letteratura (cfr. par. 2.1.3) il blocco DUE è stato diviso in due Ambiti: entrambi prevedono la stessa tempistica e le medesime attività, l'unica discriminante tra Ambito 1 e 2 è data semplicemente dall'intervento o meno dell'insegnante come guida nel corso della sequenza didattica (cfr. par. 3.3). La guida dell'insegnante si è principalmente tradotta nella somministrazione del questionario C.R.I.T.I.C. (cfr. par. 2.2.3).

SEDE	BLOCCO	DESTINATARI	DURATA	RILEVAZIONE DATI	MATERIALI
Scuola Secondaria di I grado "E. Paladini" Treia	UNO Educazione ed approccio IBSE	Docenti	4h	✓ Abitudini didattiche dei docenti di Matematica e Scienze ✓ Diffusione e gradimento IBSE	APPENDICE 1 APPENDICE 2
		Alunni Ambito 1 senza guida del docente	8h	✓ Consapevolezza ambientale prima e dopo l'attività ✓ Capacità di individuare e di giustificare relazioni in ambito ambientale, prima e dopo l'attività ✓ Registrazione dell'interesse, partecipazione ed interventi appropriati da parte degli alunni	APPENDICI 16 E 17 APPENDICI DA 3 A 15 APPENDICE 23
	DUE L'educazione ambientale attraverso le Geoscienze	Alunni Ambito 2 con guida del docente	8h	✓ Consapevolezza ambientale prima e dopo l'attività ✓ Capacità di individuare e di giustificare relazioni in ambito ambientale, prima e dopo l'attività ✓ Registrazione dell'interesse, partecipazione ed interventi appropriati da parte degli alunni	APPENDICI 16 E 17 APPENDICI DA 3 A 15 APPENDICE 23
Scuola Secondaria di I grado "A. Caro" Civitanova Marche	TRE Consumo consapevole delle Georisorse in prospettiva dell'Agenda 2030: attività Inquiry di Educazione ambientale	Docenti	3h	✓ Abitudini didattiche dei docenti di Matematica e Scienze ✓ Diffusione e gradimento IBSE	APPENDICE 1 APPENDICE 2
		Alunni	2h	✓ Consapevolezza ambientale prima e dopo l'attività	APPENDICI 16 E 17

Tab. 3.1. Struttura dell'intera sperimentazione didattica

3.2. ATTIVITÀ RIVOLTE AI DOCENTI

Le attività previste per gli insegnanti sono state formulate non solo per raccogliere dati utili per la sperimentazione e per facilitare la diffusione dell'approccio IBSE (Fig. 3.2), ma anche per dare ai docenti degli spunti didattici, corredati da un'attività pronta da riproporre in classe. Infatti, l'insegnante di Matematica e Scienze nella Scuola Secondaria di Primo Grado deve possedere conoscenze e competenze specifiche della materia sia nell'ambito delle scienze (Fisica, Chimica, Scienze della Terra, Biologia, Ecologia, etc.) che in quello della matematica, e spesso ciò implica da parte del docente una bassa motivazione ad intraprendere nuovi sistemi pedagogici ed approcci didattici nell'insegnamento (Acqua, 2018). Inoltre, l'insegnamento delle Scienze implica la necessità di un continuo aggiornamento per le nuove scoperte scientifiche che si susseguono nei vari campi; esse offrono molti spunti di attualità, pertanto il docente dovrebbe conoscerle, anche per rispondere alle domande degli studenti e/o proporre nuovi spunti di approfondimento in classe.

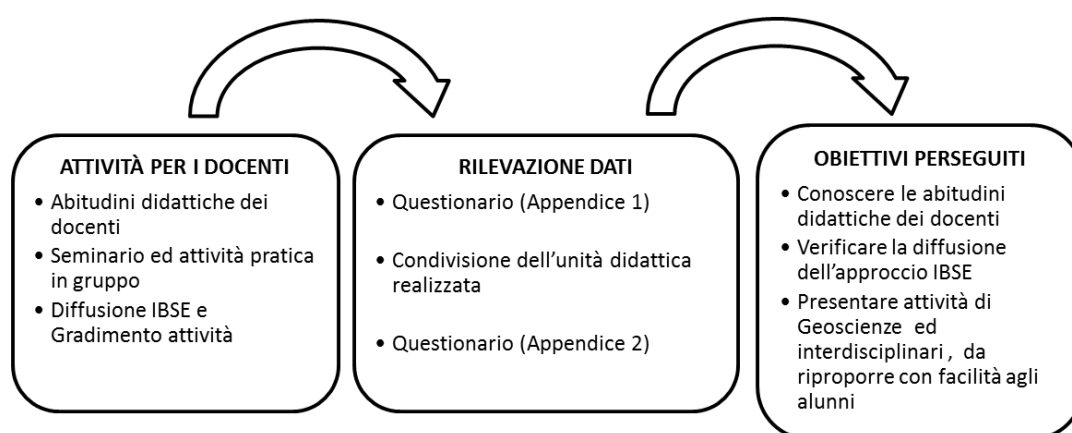


Fig. 3.2. Struttura dell'attività per i docenti, relativi strumenti per la rilevazione dati ed obiettivi perseguiti

D'altra parte, proporre attività didattiche che siano più interessanti e coinvolgenti per lo studente, e tali da raggiungere traguardi che rispecchino le Indicazioni Nazionali (2012), richiede determinate risorse: spazi adeguati, invece spesso assenti o non conformi, disponibilità dell'insegnante e maggior tempo a disposizione dello stesso per organizzare e strutturare il lavoro. I docenti, infine, sono spesso poco motivati a mettersi in gioco, perché sovraccaricati da riunioni e da altri compiti burocratici che esulano completamente dall'attività di insegnamento. Ecco dunque che la presentazione di attività didattiche semplici da gestire e facilmente riproducibili in classe, realizzate con materiale povero e che non necessitano di particolari spazi o attrezzature per essere messe in atto, rappresenta un buon punto di partenza per iniziare ad innovare la didattica "dal basso".

3.2.1. Blocco UNO - Corso di aggiornamento "Educazione ed approccio IBSE"

Questa attività, afferente al blocco UNO e della durata di 4 ore, è stata suddivisa in due interventi da due ore ciascuno. Per facilitare la partecipazione degli insegnanti, è stato inserito all'interno del PTOF dell'istituto (Piano Triennale dell'Offerta Formativa) come corso di aggiornamento per i docenti, organizzato in collaborazione con l'Università degli Studi di Camerino. All'inizio del primo incontro, agli insegnanti di scienze e matematica della scuola dell'infanzia, primaria e secondaria di primo grado (n=5) è stato somministrato un questionario sulle proprie abitudini didattiche (Appendice 1), per verificare non solo la trattazione o meno di alcuni argomenti, ma anche per individuare le metodologie e gli approcci educativi più comunemente messi in campo dai docenti. Successivamente

è stata proposta una presentazione in PowerPoint sulle nuove frontiere raggiunte dalle neuroscienze riguardo l'apprendimento significativo e sulla struttura dell'approccio IBSE (Fig. 3.3.), a seguito della quale è stata proposta agli insegnanti un'attività da svolgere in piccolo gruppo, in cui i docenti dovevano proporre una domanda *Inquiry* e la relativa attività da presentare agli alunni sulla risorsa acqua.

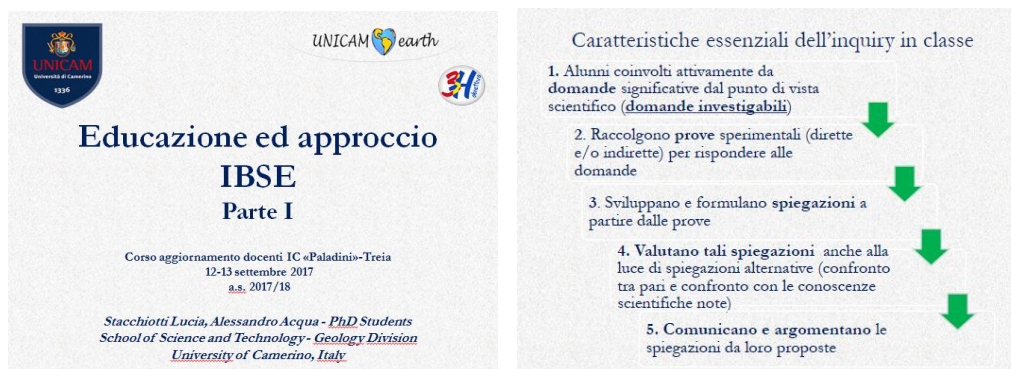


Fig. 3.3. Alcune diapositive del seminario afferente al blocco UNO

Come verrà ampiamente presentato nel capitolo dei risultati, i docenti hanno intuito *ictu oculi* le potenzialità di una domanda *Inquiry* ben formulata e, al tempo stesso, hanno provato *manu propria* quanto sia problematico formularne una corretta: infatti non tutte le curiosità degli alunni si convertono automaticamente in temi di investigazione scientifica. Oltre al desiderio di indagare riguardo ad una certa questione, affinché il problema si inquadri come punto di partenza per un'investigazione e si traduca dunque in una domanda *Inquiry*, è necessario che - a partire da un problema ampio - venga scelta una domanda specifica, che faccia riferimento alla relazione tra diversi fattori o fenomeni, e grazie a cui si possano pianificare esperimenti volti ad individuare evidenze che convalidino le ipotesi formulate (Furman et al., 2013). Nel secondo incontro l'attenzione si è spostata sulla condivisione del lavoro realizzato da ogni gruppo (Fig. 3.4) e sull'utilizzo di rubriche per la valutazione del lavoro fatto. Al termine dell'attività è stato proposto a tutti i docenti presenti un questionario sulla diffusione dell'approccio IBSE e sul gradimento dell'attività proposta (Appendice 2).



Fig. 3.4. Valutazione e lavoro di gruppo durante il seminario del blocco UNO

3.2.2. Blocco TRE- Corso di aggiornamento “Consumo consapevole delle Georisorse in prospettiva dell’Agenda2030: attività Inquiry di Educazione Ambientale”

Questo incontro, relativo al blocco TRE in Tabella 3.1, si è svolto in occasione della Settimana del Pianeta Terra (15-22 ottobre 2017). All’inizio è stato somministrato, agli insegnanti di Scienze e Matematica presenti (n=6), il questionario sulle proprie abitudini didattiche (Appendice 2), con le stesse finalità del questionario presentato nel paragrafo 3.2.1. Successivamente i docenti hanno seguito il seminario proposto dalla ricercatrice sullo Sviluppo Sostenibile e su come esso possa essere una fonte inesauribile di spunti, non solo per la trattazione di argomenti scientifici contestualizzati nella realtà quotidiana degli alunni, ma anche per strutturare unità didattiche o progetti interdisciplinari, coinvolgendo gli insegnanti di Storia, Geografia, Italiano etc. In questo caso sono stati suggeriti spunti non solo sull’impronta ecologica e sui cambiamenti climatici, ma soprattutto sul concetto di “zaino ecologico” di quello che si compra, che si consuma abitualmente e che poi finisce nei rifiuti. Si è proprio partiti dai rifiuti, in particolare da una rivisitazione del Wasteberg (Fig. 3.5), per proporre l’attività *Inquiry* ai docenti. Come si nota in figura 3.5, il Wasteberg è un modello rappresentativo del rapporto tra rifiuti e risorse consumate a monte per la produzione degli stessi e che ricalca, a livello iconografico, il rapporto tra parte emersa e quella sommersa dell’iceberg.

La domanda a cui hanno risposto è stata: *quanti rifiuti (o risorse?) getto via quando getto 1Kg di spazzatura?* A prima vista può sembrare una domanda trabocchetto, ma in realtà spinge i docenti, e di conseguenza anche i loro alunni, a riflettere sul consumo di risorse nel corso dell’intero processo produttivo dell’oggetto in questione. Ai docenti sono state fornite delle carte con disegnate delle gocce di diverso colore che rappresentavano diverse risorse: suolo, acqua, energia, lavoro, etc., ed i docenti hanno cercato di stabilire le quantità di ciascuna risorsa sottesa a 1 kg di rifiuti, con particolare attenzione ai rifiuti provenienti da imballaggi costituiti da materiali quali vetro, plastica, alluminio (Fig. 3.6). In seguito ogni gruppo ha presentato e discusso con gli altri il risultato del proprio lavoro (Fig. 3.7). Anche in questa occasione, al termine dell’attività, è stato proposto a tutti i docenti presenti un questionario sulla diffusione dell’approccio IBSE e sul gradimento dell’attività (Appendice 2).



Fig. 3.5. Wasteberg (Young and Sachs, 1994)



Fig. 3.6. Alcune diapositive del seminario afferente al blocco TRE



Fig. 3.7. lavoro di gruppo durante il seminario del blocco TRE

3.3. ATTIVITÀ RIVOLTE AGLI ALUNNI

Come evidenziato in figura 3.8, la parte della sperimentazione rivolta agli alunni del blocco DUE è composta da 2 attività individuali (una all’inizio e l’altra alla fine) per valutare l’evoluzione della conoscenza riguardo lo Sviluppo Sostenibile e il Traguardo di Competenza raggiunto, più 4 attività di gruppo, mediante le quali si ricerca la capacità degli alunni di individuare e giustificare relazioni tra variabili in ambito ambientale - inevitabilmente complesso - con diversi gradi di completezza, precisione e pertinenza, come verrà illustrato nel paragrafo 3.4.



Fig. 3.8. Struttura delle attività con gli alunni del blocco DUE, con relativi obiettivi didattici ed educativi

I gruppi di lavoro sono stati costituiti sulla base di quattro studenti, poiché il quattro è il numero idoneo per il lavoro in piccolo gruppo e, qualora gli alunni siano stati adeguatamente formati, è perfetto per l’apprendimento cooperativo. L’attenzione nella formazione dei gruppi è fondamentale per il successo dell’apprendimento, ed in questa sede essa è stata delegata al docente di classe per la sua maggiore conoscenza degli alunni e delle dinamiche della classe. I docenti di classe, dunque, hanno formato dei gruppi eterogenei in base a due informazioni chiave: il “sociogramma”, ossia con quali compagni di classe ciascun alunno ama lavorare e “l’apprendigramma” cioè il riunire all’interno dello stesso gruppo alunni con abilità e competenze complementari (Bazzarra et al, 2016). La struttura e la diversificazione degli interventi delle quattro attività di gruppo si evincono dalla figura 3.9.

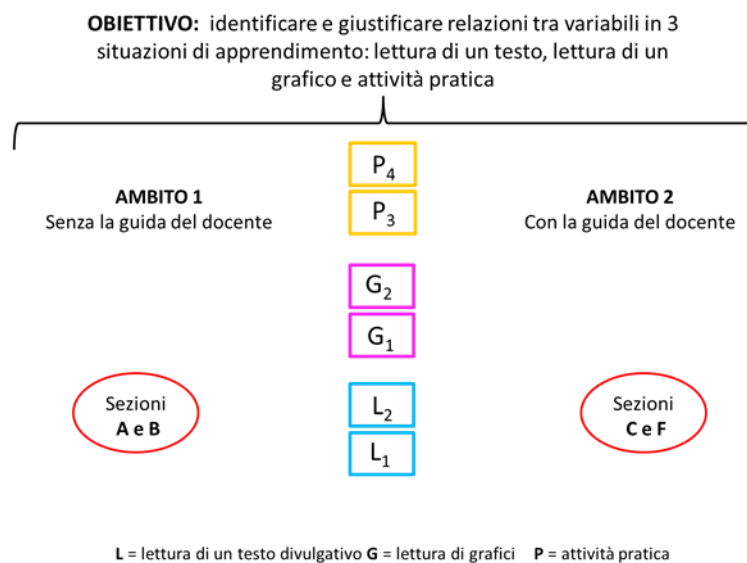


Fig. 3.9. Obiettivo generale della sperimentazione e relativa differenziazione di Ambiti ed attività proposte

La sperimentazione all'interno del blocco DUE viene ulteriormente divisa in due Ambiti: l'unica discriminante tra le classi afferenti all'Ambito 1 e quelle all'Ambito 2 consiste nell'intervento-guida del docente nei momenti di difficoltà o dubbio manifestati dagli alunni (tabelle 3.2 e 3.3).

SEQUENZA DIDATTICA DELLA SPERIMENTAZIONE DEL BLOCCO DUE				
AMBITO	TEMA	OBIETTIVO DIDATTICO	ATTIVITÀ REALIZZATA	PROCEDURA NELLA SEQUENZA
1	Attività 1 Consumo di suolo	Descrivere Spiegare Identificare e giustificare la relazione attraverso:	Lettura di un testo - L₁ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono il testo e si confrontano tra loro 2) Gli alunni rispondono alle domande 3) Gli alunni individuano e giustificano la relazione “maggiore impermeabilizzazione = maggior consumo di suolo”.	I gruppi lavorano autonomamente. Se qualcuno fa domande, la ricercatrice o l’insegnante lo invita a rileggere e a riflettere insieme agli altri componenti del gruppo, senza dare alcun suggerimento o porre alcuna domanda guida.
			Lettura di un grafico - G₁ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono i grafici presentati 2) Gli alunni rispondono alle domande 3) Gli alunni individuano e giustificano la relazione “maggiore densità di popolazione = maggior consumo di suolo”.	
	Grandezze, variabili e relazioni matematiche	Acquisire il lessico specifico	Scheda S₂ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono le diverse definizioni proposte e completano la scheda.	
	Attività 2 Raccolta differenziata	Descrivere Spiegare Identificare e giustificare la relazione attraverso:	Lettura di un testo - L₂ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono il testo e si confrontano tra loro 2) Gli alunni rispondono alle domande 3) Gli alunni individuano e giustificano la relazione “maggiore raccolta differenziata = maggiori benefici per l’ambiente”.	
			Lettura di un grafico - G₂ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono i grafici presentati 2) Gli alunni rispondono alle domande 3) Gli alunni individuano e giustificano la relazione “maggiore raccolta differenziata = minore quantità di rifiuti portati in discarica”.	
	Attività 3 Estrazione mineraria	Descrivere Spiegare Identificare e giustificare la relazione attraverso:	Attività pratica – P₃ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono il materiale predisposto sui minerali 2) Gli alunni in piccolo gruppo simulano l’estrazione mineraria 3) Rispondono alle domande 4) Individuano la relazione complessa “maggiore estrazione = maggiori danni ambientali = minor guadagno” e la giustificano.	
	Attività 4 Riuso e riciclo		Attività pratica – P₄ 1) Utilizzando i dati raccolti nell’attività P ₁ gli alunni, in piccolo gruppo, riflettono sui concetti di riuso/riciclo dei materiali estratti in precedenza 2) Individuano la relazione complessa “minor estrazione = minori danni ambientali = maggior guadagno” e la giustificano 3) Condivisione dei risultati ottenuti dalla riflessione.	

Tab. 3.2. Sequenza didattica dell’Ambito 1 – blocco DUE

SEQUENZA DIDATTICA DELLA SPERIMENTAZIONE BLOCCO DUE				
AMBITO	TEMA	OBIETTIVO DIDATTICO	ATTIVITÀ REALIZZATA	PROCEDURA NELLA SEQUENZA
2	Attività 1 Consumo di suolo	Descrivere Spiegare Identificare e giustificare la relazione attraverso:	Lettura di un testo - L₁ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono il testo e si confrontano tra loro utilizzando la S ₁ 2) Gli alunni rispondono alle domande 3) Gli alunni individuano e giustificano la relazione “maggiore impermeabilizzazione = maggior consumo di suolo”.	La ricercatrice fa seguire agli alunni il questionario C.R.I.T.I.C. (S ₁) per le attività di lettura. Se qualcuno fa domande, la ricercatrice invita tutta la classe a rispondere a tali domande ponendo domande stimolo e guidando gli alunni per la formulazione corretta delle risposte La ricercatrice invita gli alunni a focalizzare l'attenzione su quali siano le variabili coinvolte nei grafici e nell'attività pratica.
			Lettura di un grafico - G₁ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono i grafici presentati 2) Gli alunni rispondono alle domande 3) Gli alunni individuano e giustificano la relazione “maggiore densità di popolazione = maggior consumo di suolo”.	
	Grandezze, variabili e relazioni matematiche	Acquisire il lessico specifico	Scheda S₂ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono le diverse definizioni proposte e completano la scheda.	
	Attività 2 Raccolta differenziata	Descrivere Spiegare Identificare e giustificare la relazione attraverso:	Lettura di un testo - L₂ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono il testo e si confrontano tra loro utilizzando la S ₁ 2) Gli alunni rispondono alle domande 3) Gli alunni individuano e giustificano la relazione “maggiore raccolta differenziata = maggiori benefici per l'ambiente”.	
			Lettura di un grafico - G₂ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono i grafici presentati 2) Gli alunni rispondono alle domande 3) Gli alunni individuano e giustificano la relazione “maggiore raccolta differenziata = minore quantità di rifiuti portati in discarica”.	
	Attività 3 Estrazione mineraria	Descrivere Spiegare Identificare e giustificare la relazione attraverso:	Attività pratica – P₃ 1) Gli alunni in piccolo gruppo leggono il materiale predisposto sui minerali 2) gli alunni in piccolo gruppo simulano l'estrazione mineraria 3) Rispondono alle domande 4) Individuano la relazione complessa “maggiore estrazione = maggiore danni ambientali = minor guadagno” e la giustificano.	
	Attività 4 Riuso e riciclo		Attività pratica – P₄ 1) Utilizzando i dati raccolti nell'attività P ₁ gli alunni, in piccolo gruppo, riflettono sui concetti di riuso/riciclo dei materiali estratti in precedenza 2) Individuano la relazione complessa “minor estrazione = minori danni ambientali = maggior guadagno” e la giustificano 3) Condivisione dei risultati ottenuti dalla riflessione.	

Tab. 3.3. Sequenza didattica dell'Ambito 2 – blocco DUE

Nelle classi dell'Ambito 2 inoltre, al contrario di quanto avviene per quelle dell'Ambito 1, le attività di gruppo sono state guidate da schede (Appendici da 3 a 6), identificate dalla lettera S seguita da un numero progressivo in pedice, a cui corrispondono delle schede per la rilevazione, da parte della ricercatrice, degli interventi orali di ogni gruppo, indentificate dalla lettera D, (Fig. 3.10) anch'essa seguita da un numero progressivo in pedice: la tabella 3.4 riassume le schede per gli alunni con la relativa corrispondenza con quelle utilizzate dalla ricercatrice.

The image shows two handwritten research sheets, SCHEDA D1 and SCHEDA D2, filled with notes and answers to questions about a text. SCHEDA D1 is titled 'Consumo di suolo' and SCHEDA D2 is titled 'Raccolta Differenziata'. Both sheets have a table structure with questions on the left and answers on the right. The handwriting is in blue ink on lined paper.

Fig. 3.10. Scheda D₁ compilata dalla ricercatrice durante l'attività in classe

Codice scheda alunni	Codice scheda docente	Attività in cui vengono utilizzate
S ₁ -Questionario C.R.I.T.I.C.	D ₁	Attività 1 e 2
S ₂ -Scheda di riflessione sulle abilità cognitive-linguistiche	/	Prima dell'attività 3 e 4
S ₃ -Lettera C iniziale del questionario C.R.I.T.I.C.	D ₃	Durante l'attività pratica, nella fase Explore dell'approccio IBSE

Tab. 3.4. Corrispondenza tra schede degli alunni, schede del docente ed attività in cui vengono utilizzate

Non è presente la scheda D₂ poiché le risposte sono state scritte nella seconda facciata della scheda S₂ direttamente dagli alunni (Fig. 3.11).

The image shows a handwritten research sheet, SCHEDA S2, filled with notes and answers to questions about a text. The sheet is titled 'SCHEDA S2' and has a table structure with questions on the left and answers on the right. The handwriting is in blue ink on lined paper.

Fig. 3.11. Scheda S₂ compilata dagli alunni durante l'attività in classe

L'Ambito 2 si caratterizza dunque per l'intervento strutturato del docente attraverso il questionario C.R.I.T.I.C. (cfr. par. 2.2.3), presentato in tabella 3.5, mentre la scheda S₂ è stata l'unica ad essere utilizzata in entrambi gli Ambiti, poiché riportante concetti di ripasso e relative abilità cognitivo-linguistiche, importanti per far sì che gli alunni inquadrino bene l'attività da svolgere. Per la descrizione dettagliata delle quattro attività di gruppo si rimanda ai paragrafi 3.3.1 e 3.3.2. La differenziazione tra Ambito 1 e 2 è stata strutturata con lo scopo di verificare l'importanza o meno del ruolo guida dell'insegnante nel momento dell'interpretazione di un testo, di grafici e nello svolgimento dell'attività pratica, in particolare nella fascia d'età degli alunni coinvolti. Quello che ci si aspetta da questa sperimentazione è anche individuare quale tra le modalità proposte, lettura di un testo - lettura di un grafico - attività pratica, permetta agli alunni di identificare e giustificare la relazione tra variabili in maniera esaustiva, e quanto questa prestazione sia influenzata dall'interazione con il docente.

	Domande poste dal ricercatore	Abilità cognitiva corrispondente
C	Quale problema si espone nel testo? Qual è l'idea principale? Con quali contenuti scientifici può essere relazionato?	Selezionare e comprendere l'idea principale di un testo, e saperla comunicare. Individuare contenuti scientifici nella vita quotidiana.
R	Chi ha scritto questo documento? Perché lo ha scritto?	Identificare il proposito dell'autore.
I	Dal testo emergono idee o credenze che ha l'autore che scrive?	Riconoscere che non tutti i testi sono oggettivi (magari perché chi scrive è un giornalista e non uno scienziato).
T	Si potrebbero fare degli esperimenti per verificare la problematica esposta nel testo?	Formulare una domanda investigabile ed ipotizzare un possibile esperimento per verificare quanto sostenuto dall'articolo.
I	Con quali dati o fatti l'autore sostiene la sua idea?	Analizzare l'informazione veicolata dal testo a partire dalle proprie conoscenze, prendere posizione riguardo al fatto proposto giudicando la credibilità della fonte.
C	Le conclusioni sono d'accordo con la tua conoscenza scientifica? Perché?	Confrontare le conclusioni del testo con la conoscenza scientifica del lettore, ottenere conclusioni dalle evidenze e riflettere sulle implicazioni sociali della scienza.

Tab. 3.5. Questionario C.R.I.T.C. (Bartz, 2002).

3.3.1. Blocco DUE - Attività 1 e 2

Le attività 1 e 2 sono attività simili, della durata di due ore ciascuna e composte entrambe da due parti: la prima consiste nella lettura, in piccolo gruppo, di un articolo di giornale riguardo al consumo del suolo (Appendice 7) e riguardo alla raccolta differenziata dei rifiuti (Appendice 8); una volta ultimata la lettura e la discussione tra pari, secondo le modalità afferenti ai diversi Ambiti 1 e 2 illustrati precedentemente (cfr. Par. 3.3), gli alunni hanno concretizzato una risposta frutto della mediazione e della sintesi delle proposte emerse durante il confronto di gruppo (Fig. 3.12).



Fig. 3.12. Gli alunni lavorano in gruppo per formulare una risposta condivisa

La semplificazione del testo attuata in questa sperimentazione ha come obiettivo quello di facilitare la comprensione, cioè facilitare l'individuazione delle relazioni, evitando al contempo la costruzione di misconoscenze, considerando anche il tempo a disposizione per lo svolgimento del compito. Il testo, infatti, non compirebbe la sua missione se gli alunni non fossero in grado di comprenderlo, poiché esso trasmette informazioni e contenuti, ed in quanto tale veicola anche modelli di interpretazione ed elaborazione di conoscenze specifiche in ciascuno dei campi di cui tratta. Sono stati scelti testi didattici che soddisfano le seguenti condizioni (Bisbal et al. 2000):

- Apportare informazione nuova, completa e strutturata riguardo al tema trattato e in accordo con gli obiettivi prefissati.
- Contenere informazione rilevante, cioè in cui si possano riconoscere i legami con la vita quotidiana e con il suo contesto naturale e sociale.
- Permettere la connessione con le conoscenze previe.
- Far acquisire nuovi modi di fare, relazionati alla tematica del testo.
- Dare all'alunno la possibilità di dialogare con il testo, che si traduce nella possibilità di riflettere, analizzare, mettere in relazione informazioni, cercare soluzioni, che sia - insomma - un materiale idoneo a generare un conflitto cognitivo.

La seconda parte di ciascuna attività prevede invece la lettura di due grafici, relativi all'argomento trattato da ciascun articolo, da cui gli alunni hanno dovuto estrapolare dei dati per poter formulare e scrivere una risposta utile alla rilevazione del raggiungimento o meno degli obiettivi prefissati: individuare la relazione tra variabili ambientali e giustificarla. La lettura di testi e di grafici è stata scelta come modalità per quanto esposto nel paragrafo 2.2.3.

I risultati del questionario C.R.I.T.I.C. utilizzato nell'Ambito 2, non verranno presi in considerazione nella disquisizione di questa tesi perché non attinenti al raggiungimento dell'obiettivo prefissato, ma concepiti come strumento standard per guidare i ragazzi nell'attività di lettura e per facilitarli nell'individuazione delle variabili e della loro relazione. La stessa funzione è svolta anche dalla scheda S_2 che riporta, oltre alla definizione delle abilità cognitivo-linguistiche (definire, spiegare, giustificare), anche il lessico specifico del linguaggio concernente l'area scientifico-matematica; essa riporta infatti le definizioni di grandezza variabile, grandezza costante e di relazione. Solo quest'ultima, come già detto, vista la rilevanza dei temi trattati, è stata inserita come strumento a disposizione degli alunni anche nell'Ambito 1, quello cioè che prevede il lavoro autonomo degli alunni.

3.3.2. Blocco DUE - Attività 3 e 4

Le attività 3 e 4 sono quelle affrontate con l'approccio IBSE e dunque seguono il *Learning Cycle* delle 5E come illustrato in precedenza nel paragrafo 2.2.1. Nell'attività 3 vengono svolte le fasi *Engage*, *Explore* ed *Explain* e nell'attività 4 le due rimanenti, cioè *Elaborate* ed *Evaluate*.

Nella fase *Engage* gli alunni, divisi in gruppi, hanno completato il puzzle di figura 3.13, realizzato a partire da un file predisposto e fatto stampare su un supporto cartaceo apposito. Il puzzle riporta i minerali più comuni da cui si estraggono elementi (metallici e non) con cui vengono costruiti gli oggetti che fanno parte della quotidianità dei ragazzi; partendo da elementi presenti nei supporti tecnologici, come computer e cellulari, si arriva ad altri che sono alla base di leghe metalliche diffuse in ogni casa in diversi settori (acciaio, stagno), o che hanno giocato, e tuttora svolgono, un ruolo importante nell'arte e nell'artigianato (bronzo, ottone, rame, argento ed oro). Il puzzle è stato presentato all'interno di una scatola chiusa di cartone colorato per suscitare l'effetto sorpresa (cfr. par.2.2.1), che si è protratto fino al completamento del puzzle perché gli alunni non avevano un'immagine di riferimento che li guidasse nel completamento dello stesso.

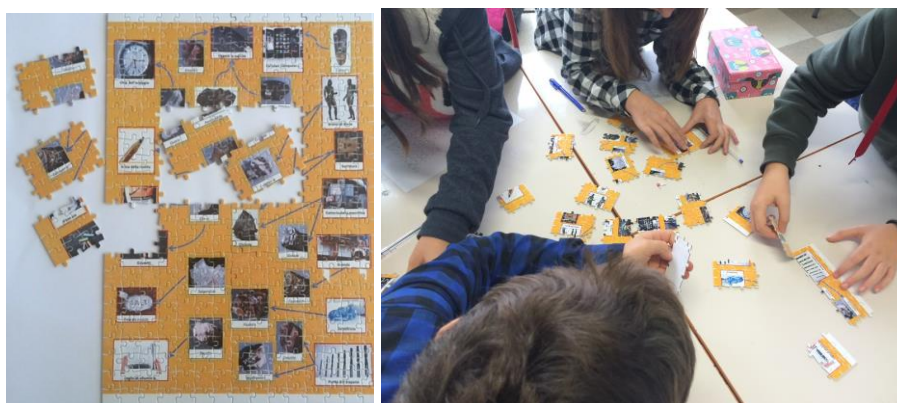


Fig. 3.13. Gli alunni realizzano il puzzle somministrato durante la fase *Engage*

Una volta ultimato il puzzle, ogni gruppo ha osservato con attenzione il legame tra i minerali, da cui vengono estratti i vari elementi, ed alcuni oggetti che si possono realizzare con i medesimi. Il puzzle ha avuto dunque come scopo non solo quello di catturare l'attenzione dei ragazzi, ma anche quello di far comprendere loro che tutto quello che si usa quotidianamente è fatto con risorse provenienti dalla Terra. Successivamente la ricercatrice ha proposto l'*IBSE Question*: "Indaga i vantaggi economici e le conseguenze ambientali dell'estrazione mineraria".

Nella successiva fase, quella *Explore*, gli alunni hanno letto e commentato in gruppo il materiale preparato dalla ricercatrice con la guida della scheda S_3 oppure in autonomia. Il materiale è stato predisposto riadattando delle porzioni di testi di scienze riguardanti: 1) il modellamento della superficie terrestre, 2) minerali e rocce: come sono fatti, 3) risorse minerarie e loro distribuzione, 4) che cos'è una miniera, 5) l'essere umano, i minerali ed i metalli (dall'Appendice 9 all'Appendice 13). Dopo la lettura, i gruppi hanno condiviso quanto letto mettendo in evidenza le conoscenze più importanti per poter portare avanti la successiva fase *Explain* (Fig. 3.14).

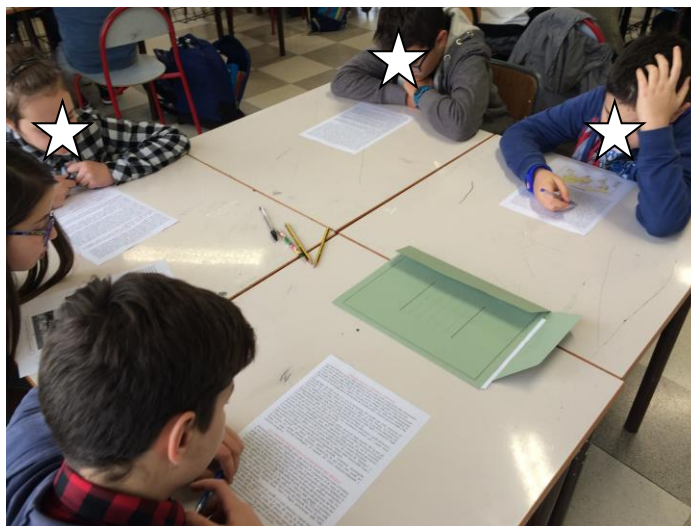


Fig. 3.14. Gli alunni lavorano in gruppo durante le fasi *Explore-Explain*

Poiché l'attività IBSE proposta afferisce, per l'età degli alunni, all'*Inquiry* strutturato (cfr. par 2.2.1), agli alunni viene consegnato il materiale per lo svolgimento dell'esperimento (Fig. 3.15): ogni gruppo ha a disposizione 20 euro in *play money* per poter acquistare una miniera (rappresentata da un biscotto con gocce di cioccolato e ricoperto da uno strato di cioccolato fondente che simboleggia il suolo), gli strumenti necessari allo scavo (simulati da una quantità di stecchini e graffe a scelta) per recuperare i minerali (cioè le gocce di cioccolato) e per poter fronteggiare tutte le spese connesse alla gestione di una miniera come ad esempio la bonifica ambientale, il salario dei lavoratori espresso in tempo (5 minuti di scavo corrispondono a 5 euro di retribuzione), etc.



Fig. 3.15. Materiale fornito per realizzare l'attività pratica

Sono state inoltre condivise con la classe le regole per l'esecuzione dell'esperimento-gioco: la "miniera" può essere toccata soltanto con gli strumenti acquistati e mai a mani nude, la "miniera" non può essere capovolta e le gocce di cioccolato, per poter essere conteggiate, devono essere

ripulite da ogni residuo di biscotto (cioè da quello che sarebbe la “ganga”) durante minuti concessi per lo scavo, cinque in contemporanea per tutti gruppi (Fig.3.16).



Fig. 3.16. Momenti di scavo della “miniera”

L'estensione della “miniera” va misurata prima di iniziare a scavare e dopo aver scavato, utilizzando il foglio quadrettato fornito ($1Q=1cm^2$) ed annotata sulla scheda esperimento (Appendice 14). Ogni gruppo ha utilizzato diverse strategie per misurare l'estensione della “miniera”: alcuni hanno disegnato un quadrato intorno alla “miniera”, hanno calcolato l'area e successivamente hanno sottratto i quadrati non occupati dalla “miniera” stessa; altri hanno calcolato il raggio medio della “miniera” e poi ne hanno determinato l'estensione applicando la formula dell'area del cerchio; altri ancora hanno riprodotto la “miniera” sul foglio quadrettato, hanno contato prima i quadrati interi a cui poi hanno aggiunto quelli a metà o più piccoli dopo averli sommati (Fig. 3.17).

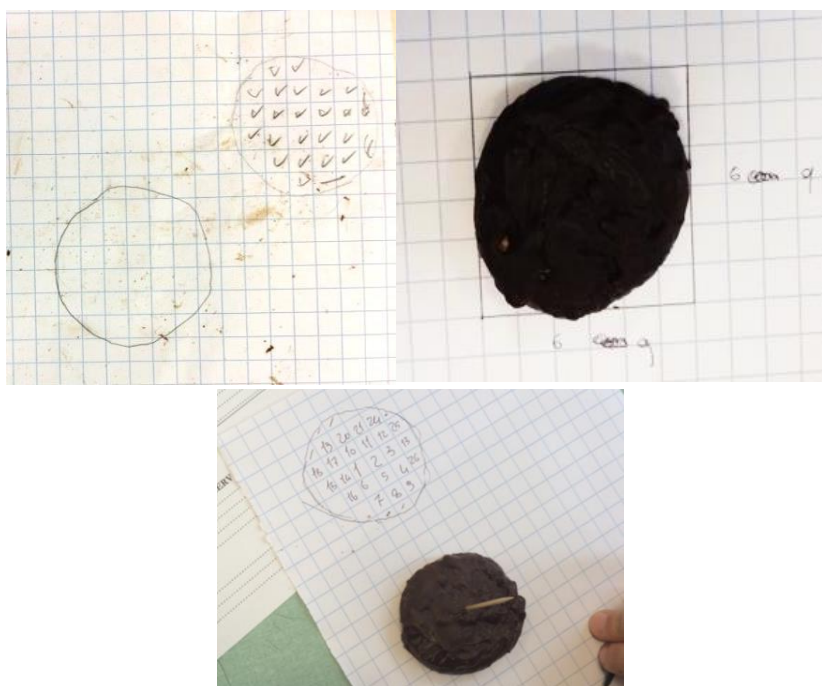


Fig. 3.17. Diverse modalità di calcolo della superficie della “miniera”

Nella scheda è stata riportata l'estensione espressa in quadretti (Q) e la misura non è stata convertita in cm^2 per dedicare più tempo al successivo confronto. Questa conversione può essere fatta quando

si voglia riprendere o approfondire l'attività, vincolandola ancora di più alla matematica ed alla geometria. In seguito la "miniera" è stata pesata (Fig. 3.18) per completare la scheda alla voce che lo richiedeva (Fig. 3.19).



Fig. 3.18. Gli alunni pesano la "miniera" all'inizio dell'attività pratica

GENNAIO 24 - 11.2017

ATTIVITA' 3

SCHEDA ESPERIMENTO
1. Estrazione mineraria del Rame (Cu)

In questa modellizzazione:
Il biscotto rappresenta TRAVAGNA..... La cioccolata superficiale rappresenta IL SUOLO..... Le gocce rappresentano MINIERA.....

Patrimonio di gruppo: 20 euro
 PIM - Peso INIZIALE della Miniera (in grammi) = 24
 SIS - Superficie INIZIALE Suolo (in quadretti) = 36
 PFM - Peso FINALE della Miniera (in grammi) = 18
 SFS - Superficie FINALE Suolo (in quadretti) = 33

SPESE	RICAVI	VERIFICA AMBIENTALE	VARIABILI RELATIVE AL PROCESSO ESTRATTIVO	
Acquisto miniera € <u>5</u> (D)	Ricavo parziale	SUOLO (SFS-SFS)=Superficie Suolo Consumato (...36...33...)= <u>3</u> BONIFICA SSCx2€= <u>6</u> PFMx2€= <u>36</u> € Totali di Bonifica= <u>42</u>	POTREMO RIDURRE LE SPESE DELLA MINIERA, DELLA STRUTTURAZIONE E IL TEMPO DI ESTRAZIONE	
Strumento 1 € <u>1</u> (A)	Peso delle "gocce" estratte € 2 euro x <u>6</u> = <u>12</u>			
Strumento 2 € <u>5</u> (B)				
Tempo estrazione € <u>5</u>				
Bonifica € <u>42</u>				
SPESA TOTALE (fate la somma di tutte le spese) € <u>58</u>	GUADAGNO (al ricavo parziale sottrarre la spesa totale) € <u>46</u>			

Fig. 3.19. Parte della scheda esperimento afferente all'attività 3

Il tempo di scavo, e dunque la relativa spesa, è uguale per tutti i gruppi in contemporanea: 5 minuti corrispondenti a 5 euro. Una volta terminato lo scavo gli alunni compilano la tabella della scheda dell'esperimento. Per riempire il campo della verifica ambientale gli alunni devono sottrarre ai quadretti della miniera iniziale i quadretti della miniera rimanente, dopo averli conteggiati utilizzando lo stesso foglio quadrettato, in modo da ottenere i quadretti di miniera consumati. La stessa procedura va ripetuta per il calcolo del suolo consumato. Il numero di quadretti consumati di miniera e suolo serve per calcolare il costo della bonifica ambientale necessaria, nelle modalità chiarite nella scheda dell'esperimento (Appendice 14). Per effettuare questo calcolo anziché utilizzare i quadretti della miniera si può, in alternativa, utilizzare il peso iniziale e quello finale della stessa. Una volta terminata la compilazione della tabella nella scheda dell'esperimento gli alunni, all'interno del proprio gruppo, si sono confrontati ed hanno risposto alle domande formulate dalla ricercatrice per rilevare il raggiungimento dell'obiettivo didattico di questa sperimentazione: come e se gli alunni individuano la relazione tra le variabili ambientali in oggetto e come la giustificano. Alla fine dell'attività i gruppi hanno discusso non solo sulle diverse modalità di calcolo della superficie della miniera, sottolineando l'importanza e la valenza pratica di concetti geometrici, ma anche sui

profitti o perdite ottenute da ogni gruppo, sulle conseguenze ambientali dell'estrazione mineraria e sulle possibili alternative ad essa.

L'attività 4 prevede il completamento di un'altra scheda (Appendice 15), simile a quella dell'attività precedente ma con una componente maggiormente riflessiva. Gli alunni riprendono i dati raccolti nella scheda dell'attività 3 (in particolare il numero di gocce estratte) con relativi guadagni e perdite, per verificare e spiegare cosa succede da un punto di vista ambientale, economico e sociale se anzichè estrarre nuova materia prima si ricicla quella estratta nell'attività 3 ed ipotizzano e supportano le proprie ipotesi con un'ulteriore raccolta dati (quali costi permangono e quali no, quali conseguenze ambientali potrebbero esserci etc.). Contestualmente gli alunni riflettono sul significato di riuso e riciclo e sulle variabili coinvolte in tali processi (Fig. 3.20).

Riuso e riciclo dei minerali- Cu

Patrimonio di gruppo: 20 euro
PIM - Peso INIZIALE della Miniera (in grammi) =
SIS - Superficie INIZIALE Suolo (in quadretti) =
PFM - Peso FINALE della Miniera (in grammi) =
SFS - Superficie FINALE Suolo (in quadretti) =

SPESE	RICAVI	VERIFICA AMBIENTALE	VARIABILI RELATIVE DI RIUSO	VARIABILI RELATIVE DI RICICLO
Acquisto miniera € 0...	Ricavo parziale	SUOLO		
Strumento 1 € 0...	Peso delle "gocce" NON estratte	(SIS-SFS)=Superficie Suolo Consumato	• Superficie	• Tempo
Strumento 2 € 0...	€ 1 euro x =	(.....) = BONIFICA	• Materia	• Pigi. sono
Tempo estrazione € 0...		SSC=2€ = PFM=2€ =	• Ch. minerali	• Perdite e s. prodotte
Bonifica €		€ Totali di Bonifica = 0.....	• Tempo	
SPESE TOTALI (fate la somma di tutte le spese) € 0...	GUADAGNO (al ricavo parziale sottratte la spesa totale) € 4.			

5. C'è una relazione tra il riciclo e/o il riuso, la salute dell'ambiente ed il ricavo in euro?
Sì, c'è una relazione tra il riciclo e/o il riuso, la salute dell'ambiente ed il ricavo in euro. La salute dell'ambiente è migliore quando si ricicla e si riutilizza, perché si risparmia denaro e si riduce l'inquinamento. Inoltre, il riciclo e il riuso riducono i costi di estrazione e di trasporto, che sono molto alti per la miniera.

6. Perché secondo voi c'è questa relazione?
Perché non si estraggono più minerali, ma si ricicla quello che c'è già. In questo modo si risparmia denaro e si riduce l'inquinamento. Inoltre, il riciclo e il riuso riducono i costi di estrazione e di trasporto, che sono molto alti per la miniera.

7. Riciclare significa che devo buttare un vecchio lo riporto a prezzo basso, buttare meno rifiuti e così via. Non è così?
Sì, è così. Riciclare significa che devo buttare un vecchio lo riporto a prezzo basso, buttare meno rifiuti e così via. Non è così?

Fig. 3.20. Parte della scheda esperimento afferente all'attività 4

Alla fine dell'attività la ricercatrice ha invitato gli alunni a riflettere sul fatto che comunque ci sono dei costi anche nei processi di riciclo e recupero dei materiali; essi però nella sperimentazione non sono stati considerati per semplificare l'attività. In alcuni gruppi quest'ultima considerazione è stata fatta dagli alunni stessi. Nel prosieguo del confronto tra studenti è emerso che, comunque, è meglio utilizzare materia prima seconda, quella cioè che derivante da un processo di recupero o riciclo, piuttosto che estrarla *ex novo*, poiché il danno ambientale non è perfettamente quantificabile in tutte le sue componenti e dunque è molto difficile, se non impossibile, riportare le condizioni ambientali allo *status quo ante*. Al termine dell'attività, e dopo che gli alunni hanno risposto alle domande, viene proiettato il video "La storia delle cose" che introduce ed approfondisce il discorso dell'economia circolare, dell'obsolescenza programmata e dello Sviluppo Sostenibile.

Prima di iniziare le attività fin qui descritte, agli alunni è stato somministrato un questionario (Appendice 16) composto da una serie di affermazioni con scala Likert e da domande a risposta aperta per valutare la conoscenza del concetto di Sviluppo Sostenibile. Il medesimo test (Appendice 17) è stato somministrato al termine dei quattro incontri previsti; a questo è stato aggiunto un questionario di riflessione sulle attività svolte, sempre con scala Likert, per rilevare il gradimento degli alunni e domande a risposta aperta per valutare la competenza con la componente di azione riguardo allo Sviluppo Sostenibile (Appendice 18), cioè quella che rappresenta il Traguardo di

Competenza prefissato tra gli obiettivi da raggiungere. In questa sede agli alunni è stato chiesto di immedesimarsi nel sindaco della propria città e proporre delle azioni per realizzare, a livello locale e/o globale, uno Sviluppo Sostenibile. Per analizzare sia il Traguardo di Competenza che l'evoluzione della definizione di Sviluppo Sostenibile, sono state elaborate delle rubriche con quattro livelli: *Elaborato, Intermedio, Essenziale, Mancante* (cfr par. 3.4).

3.3.3. Blocco DUE - Compito di Realtà

La sperimentazione è stata infine corredata da un Compito di Realtà (cfr. par.2.2.5) interdisciplinare e cioè la realizzazione di manufatti con oggetti altrimenti destinati ai rifiuti; grazie, infatti, alla disponibilità e collaborazione degli insegnanti di Tecnologia e di Arte, gli alunni hanno realizzato portachiavi, sottopentola ed altri manufatti utilizzando tappi a corona gettati via dai ristoratori del paese. Durante questa attività inoltre, gli alunni hanno scoperto di avere abilità pratiche che non sapevano di possedere, hanno migliorato la loro motricità fine ed hanno messo in campo strategie di problem solving e team working per portare a termine il proprio compito (Fig. 3.21).

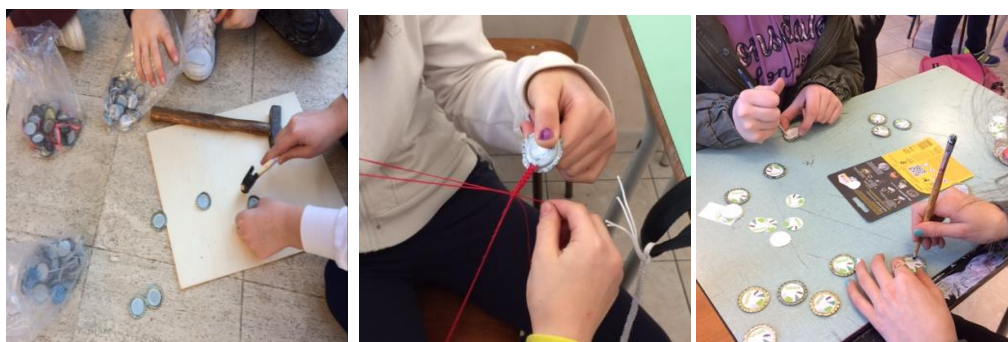


Fig. 3.21. Team working durante l'attività di riuso dei tappi a corona

Sono stati realizzati monili (bracciali ed orecchini) e fiori decorativi riutilizzando non solo i tappi a corona ma anche le cialde di caffè (Fig. 3.22); essi sono stati poi venduti alla fiera del patrono dai ragazzi stessi, o ancora sono state riutilizzate delle lattine di alluminio (Fig. 3.23) per addobbare l'albero di Natale della scuola (Fig. 3.24).

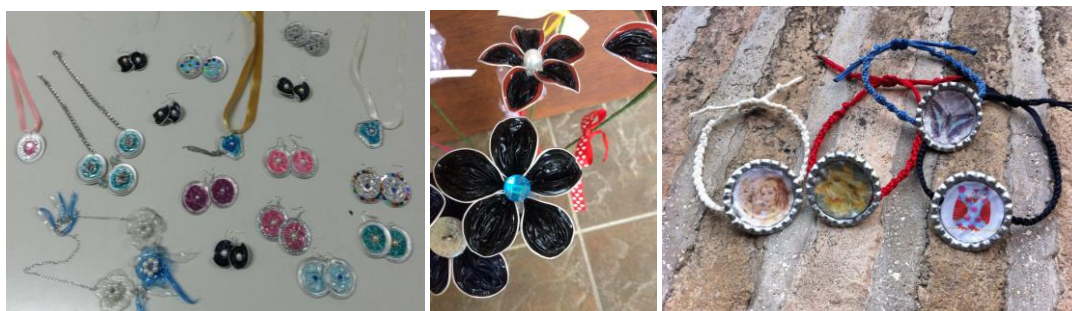


Fig. 3.22. Orecchini e fiori realizzati con cialde di caffè e bracciali realizzati con tappi a corona

Ad essere stati riutilizzati non sono stati solo i Geomateriali, ma anche altri componenti quali vecchi tessuti e jeans (Fig. 3.25 e 3.26), estendendo in questo modo la consapevolezza non solo che quasi tutto si può recuperare e riutilizzare, ma anche che questo processo è alla base dell'economia circolare dove il rifiuto può essere trasformato in risorsa e, se venduto, in guadagno per tutti, non solo per l'ambiente.



Fig. 3.23. Sequenza del riuso delle lattine



Fig. 3.24. Albero natalizio decorato con materiale di riuso



Fig. 3.25. Portachiavi realizzati utilizzando scampoli di tessuto o porzioni di vecchi indumenti



Fig. 3.26. Grembiuli da cucina realizzati recuperando un paio di vecchi jeans

Inoltre, la professoressa di Tecnologia della classe, interessata al contenuto ed alle modalità del progetto ma impossibilitata a partecipare alla sperimentazione svoltasi essenzialmente nelle ore di Matematica e Scienze, ha chiesto agli alunni delle classi coinvolte di stilare una relazione, guidata da un questionario predisposto dalla stessa insegnante (Fig. 3.27), sull'intervento della ricercatrice.

Quest'anno a scuola hai lavorato, da solo o con i tuoi compagni, a diversi progetti ed attività. Ripensa all'attività che hai fatto sull'educazione ambientale e che riguardava lo sfruttamento delle risorse naturali (i minerali in particolare), il riuso ed il riciclo dei rifiuti. Scrivi un breve testo in cui descrivi:

- cosa hai fatto (da solo, in gruppo o con gli insegnanti)
- che cosa ricordi sui minerali sul concetto di riuso e riciclo dei rifiuti
- quale parte del progetto ti è piaciuta di più e perché
- che cosa hai provato mentre lavoravi in gruppo
- se e perché queste attività sono state interessanti
- che cosa hai capito o imparato con questa attività
- che cosa e come avete realizzato i prodotti per le bancarelle
- una riflessione sul lavoro svolto (come cercherai di mettere in pratica ciò che hai imparato, cosa faresti per essere ogni giorno per essere un cittadino responsabile e consapevole etc..)

Fig. 3.27. Guida, fornita dalla docente di Tecnologia, per stilare la relazione dell'attività svolta in classe

Questa relazione, seppur non prevista dalla ricercatrice, ha rappresentato un ulteriore dato rilevante da poter analizzare tra gli esiti della ricerca che verranno presentati nel capitolo dei Risultati. Per l'analisi dei dati è stata realizzata una matrice strutturata su tre elementi principali oggetto della relazione degli alunni: il contenuto appreso (suddiviso a sua volta in concettuale-CC e procedurale-CP), le azioni per lo sviluppo sostenibile (AS1-Ridurre, AS2-Riusare, AS3-Riciclare, AS4-Risvolto sociale) e la valutazione delle attività svolte e relativa dinamica di classe (VA1-Lettura, VA2-Attività pratica, VA3-Dinamica della classe). Ogni elemento è stato poi diviso in un'ulteriore serie di indicatori, come mostrato dalla figura 3.28.

1-CONTENUTO APPRESO	2-AZIONI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE	3- VALUTAZIONE DELLE ATTIVITÀ
Concettuale -CC a) Riuso b) Riciclo c) Inquinamento del suolo d) Minerali e) Conoscenze ambientali f) Limitatezza di alcune risorse g) Differenza tra consumo e consumismo h) Sfruttamento delle risorse, dei lavoratori e dei minori i) Schiavitù legata al consumismo j) Sviluppo sostenibile Procedurale-CP Linguistico-CP1 a) Abilità linguistico-cognitive b) Lessico specifico Matematico-CP2 a) Variabili b) Relazione matematica tra variabili c) Relazioni empiriche tra variabili	Ridurre-AS1 a) Andare a piedi o in bici, utilizzare i mezzi pubblici b) Utilizzo di cibo biologico, senza imballaggi, di stagione e a Km0 c) Controllo delle proprie abitudini per diminuire lo spreco di risorse d) Fare attenzione a quello che si compra e a quanto si compra, evitare gli sprechi Riusare-AS2 a) Riusare prima di gettare via un oggetto Riciclare-AS3 a) Migliorare la raccolta differenziata Risvolto Sociale-AS4 a) Sensibilizzare le persone nei confronti del discorso sul riciclo, riuso e della raccolta differenziata b) Sensibilizzare i cittadini sull'importanza di mettere i pannelli solari sui tetti e non nel suolo	Lettura-VA1 a) Lettura del testo con questionario CRITIC- b) Lettura dei grafici- c) Lettura materiale informativo su minerali e rocce Attività pratica-VA2 a) Miniera simulata con il biscotto- b) Video c) Puzzle Tipo di Attività-VA3 Individuali a) Di gruppo b) Manuali

Fig. 3.28. Indicatori degli elementi presi in considerazione nella matrice per analizzare le relazioni

Tali indicatori sono stati inseriti in un file Excel (Fig. 3.29) predisposto in modo tale da conteggiare quante volte un determinato indicatore compare nelle relazioni di ciascun alunno per ogni classe e dunque per analizzare quali concetti gli alunni hanno appreso maggiormente, quali attività hanno preferito, quali dinamiche di classe hanno favorito il loro apprendimento etc.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	a-j	CP1	CP2	a-d	a	a	a, b	a-c	a-c	a-c	
1AT ₁	a,b,d,f,j	a,b	a-c		a	a			a	b,c	
1AT ₂	c,e				a	a			a	b	
1AT ₃	c,h	b			a	a				b	
1AT ₄	a,b,d			d	a	a	b		a,c	a,b	
1AT ₅	a,b,d,f			c,d	a				a,c	b	
2AT ₁	a,b,c,d			d					a,c	b,c	
2AT ₂	a,b,d f			a					a	b	
2AT ₃											
2AT ₄											
2AT ₅	b,c,g								a,b,c		
3AT ₁	b,e,j,h			b,d		a		c	a,b	b,c	
3AT ₂	f,c			a	a	a			a	a,b	
3AT ₃	c,g,a,b					a			a	b	
3AT ₄	f,a,b,c			d	a				a	b	
3AT ₅	a,b,c,d,e	a,b			a	a			a,b	b,c	
4AT ₁	d,f			c		a			a	b	
4AT ₂											
4AT ₃											
4AT ₄											
4AT ₅											
4AT ₆											
4AT ₇											
4AT ₈											
4AT ₉											
4AT ₁₀											
4AT ₁₁											
4AT ₁₂											
4AT ₁₃											
4AT ₁₄											
4AT ₁₅											
4AT ₁₆											
4AT ₁₇											
4AT ₁₈											
4AT ₁₉											
4AT ₂₀											
4AT ₂₁											
4AT ₂₂											
4AT ₂₃											
4AT ₂₄											
4AT ₂₅											
4AT ₂₆											
4AT ₂₇											
4AT ₂₈											
4AT ₂₉											
4AT ₃₀											
4AT ₃₁											
4AT ₃₂											
4AT ₃₃											
4AT ₃₄											
4AT ₃₅											
4AT ₃₆											
4AT ₃₇											
4AT ₃₈											
4AT ₃₉											
4AT ₄₀											
4AT ₄₁											
4AT ₄₂											
4AT ₄₃											
4AT ₄₄											
4AT ₄₅											
4AT ₄₆											
4AT ₄₇											
4AT ₄₈											
4AT ₄₉											
4AT ₅₀											
4AT ₅₁											
4AT ₅₂											
4AT ₅₃											
4AT ₅₄											
4AT ₅₅											
4AT ₅₆											
4AT ₅₇											
4AT ₅₈											
4AT ₅₉											
4AT ₆₀											
4AT ₆₁											
4AT ₆₂											
4AT ₆₃											
4AT ₆₄											
4AT ₆₅											
4AT ₆₆											
4AT ₆₇											
4AT ₆₈											
4AT ₆₉											
4AT ₇₀											
4AT ₇₁											
4AT ₇₂											
4AT ₇₃											
4AT ₇₄											
4AT ₇₅											
4AT ₇₆											
4AT ₇₇											
4AT ₇₈											
4AT ₇₉											
4AT ₈₀											
4AT ₈₁											
4AT ₈₂											
4AT ₈₃											
4AT ₈₄											
4AT ₈₅											
4AT ₈₆											
4AT ₈₇											
4AT ₈₈											
4AT ₈₉											
4AT ₉₀											
4AT ₉₁											
4AT ₉₂											
4AT ₉₃											
4AT ₉₄											
4AT ₉₅											
4AT ₉₆											
4AT ₉₇											
4AT ₉₈											
4AT ₉₉											
4AT ₁₀₀											

Fig. 3.29. Matrice su file Excel per l'analisi delle relazioni del Compito di Realtà

3.3.4. Blocco TRE - Consumo consapevole delle Georisorse

In occasione della Settimana della Terra presso l'Istituto Comprensivo "Ugo Bassi" di Civitanova Marche è stata svolta un'attività di due ore, afferente al blocco TRE in tabella 3.2, rivolta agli alunni di III media. Nell'ottica dell'economia circolare dell'Agenda 2030, l'obiettivo è stato quello di verificare il livello di confidenza degli alunni sul concetto di Sviluppo Sostenibile, aumentare la loro consapevolezza sul rifiuto, visto non solo come scarto ma anche come risorsa, per farli riflettere sulla quantità di energia e di materiale necessario alla produzione di un kg di spazzatura (Fig. 3.30).

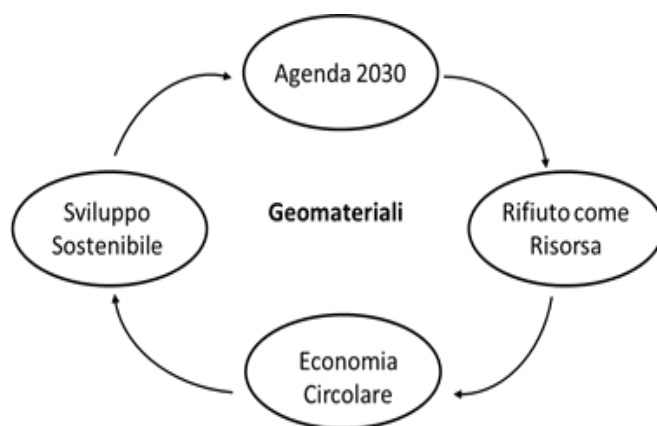


Fig. 3.30. I Geomateriali al centro di un'attività didattica a tema ambientale

L'attenzione si è concentrata su rifiuti provenienti da imballaggi realizzati con Geomateriali (in particolare vetro, plastica, alluminio). Prima di iniziare l'attività, gli alunni hanno risposto ad un questionario, composto da domande a scelta multipla (scala Likert) e domande a risposta aperta (Appendice 16). Lo stesso test è stato somministrato alla fine; a questo è stato aggiunto un questionario di riflessione sull'attività, per rilevare il gradimento e lo stato d'animo degli studenti (Appendice 17 e 18). Gli alunni sono stati chiamati in gruppo a separare e pesare dei rifiuti portati in classe dalla ricercatrice (Fig. 3.31 e Fig. 3.32). Poi è stato presentato il



Fig. 3.31. Gli alunni separano i diversi tipi di rifiuti



Fig. 3.32. Gli alunni pesano i diversi tipi di imballaggio

Wasteberg in figura 3.33, realizzato con cartone rigido e diviso in 2 parti: nella parte superiore, più piccola, sono stati incollati dei rifiuti mentre la parte inferiore, di dimensioni maggiori, è stata lasciata vuota per essere poi riempita con delle gocce come simbolo di ciò che è stato consumato, prodotto e/o investito per realizzare gli oggetti presenti nella "punta del Wasteberg": suolo, acqua, CO₂, ore di lavoro, conflitti legati allo sfruttamento delle risorse, etc. Poi è stata presentata la domanda *Inquiry: Quanti rifiuti getto via quando getto 1Kg di rifiuti?* A prima vista sembra un tranrello ma in realtà spinge a riflettere sul consumo di risorse nel corso dell'intero processo produttivo dell'oggetto e non soltanto al momento del suo consumo. Ogni gruppo, utilizzando la scheda operativa (Appendice 19), ha poi calcolato quanta CO₂, scelta come uno dei tanti indicatori possibili, è stata emessa per la produzione di quel quantitativo di imballaggio e quanta invece ne viene risparmiata riciclandolo.



Fig. 3.33. Wasteberg realizzato dalla ricercatrice in collaborazione con i colleghi del gruppo Unicamearth

Questo calcolo viene fatto con la scheda operativa fornita (Fig. 3.34) per completare la quale gli alunni hanno mobilitato anche competenze matematiche (equivalenze, proporzioni, percentuali, etc). Successivamente ogni gruppo ha presentato e discusso con gli altri il risultato del proprio lavoro: in questa sede sono emersi spunti interessanti per approfondimenti interdisciplinari, come la problematica della diversa distribuzione delle risorse naturali, dello sfruttamento dei lavoratori, del lavoro minorile, di come la pubblicità inviti al consumo per il soddisfacimento di bisogni fittizi o plasmati *ad hoc*, etc. Gli alunni hanno poi stilato l'elenco dei Geomateriali che si possono riciclare con maggior risparmio economico e/o ambientale, nonché le regole riconducibili alle 4 R: Ridurre, Riparare, Riusare, Riciclare.

 SCHEDA OPERATIVA 

SCUOLA Anni del coro CLASSE 3 DATA 18/10/14

NOMI DEI COMPONENTI DEL GRUPPO: _____

1. Compilate la seguente tabella relativa al vostro materiale aiutandovi con la tabella 1:

CATEGORIA DI RIFIUTO	PESO DEL RIFIUTO	CO, PRODOTTA PER LA PRODUZIONE EX NOVO	CO, PRODOTTA PER IL RICICLO	CO, RISPARMIATA CON IL RICICLO
<u>CAPIZ</u>	<u>560 gr</u>	<u>1644 gr</u>	<u>646 gr</u>	<u>628 gr</u>

TABELLA 1

DATI RIFERITI AD 1KG DI:	CO, PRODOTTA PER LA PRODUZIONE EX NOVO	CO, PRODOTTA PER IL RICICLO	CO, RISPARMIATA CON IL RICICLO
ALLUMINIO	12,5 KG	0,6 KG	11,9 KG
VETRO	1 KG	0,8 KG	0,2 KG
CAPIZ	2,4 KG	1,1 KG	1,3 KG
PLASTICA	2,9 KG	2,03 KG	0,87 KG

2. Osservate attentamente la tabella soprastante, rispondete alle domande

Qual è l'imballaggio più conveniente dal punto di vista di emissioni di CO, co la produzione ex novo?

VEIRO perché consuma meno CO

Qual è l'imballaggio più conveniente dal punto di vista di emissioni di CO, con il riciclo?

VEIRO perché consuma meno CO

3. Mettete in ordine di importanza le tre azioni seguenti: RICICLARE, RIUSARE, RIDURRE

1) RIDURRE

2) RIUSARE

3) RICICLARE

Fig. 3.34. Scheda operativa alunni blocco TRE

3.4. MATERIALI PER LA RACCOLTA DATI E PER LA VALUTAZIONE DELLE ATTIVITÀ

Per quanto concerne l'analisi dei materiali prodotti dai docenti nei blocchi UNO e TRE e di alcuni materiali prodotti dagli alunni nel blocco DUE e TRE, è stata effettuata soltanto l'analisi quantitativa mentre, come enucleato nel paragrafo 2.3, è stata condotta un'analisi qualitativa per quanto prodotto dagli studenti in particolari momenti della sperimentazione relativa ai blocchi DUE e TRE: la figura 3.35 riassume dunque quali dati sono stati analizzati con il metodo quantitativo. Le figure 3.36 e 3.37 mostrano invece, specificamente per ogni blocco, quali dati sono stati elaborati qualitativamente.

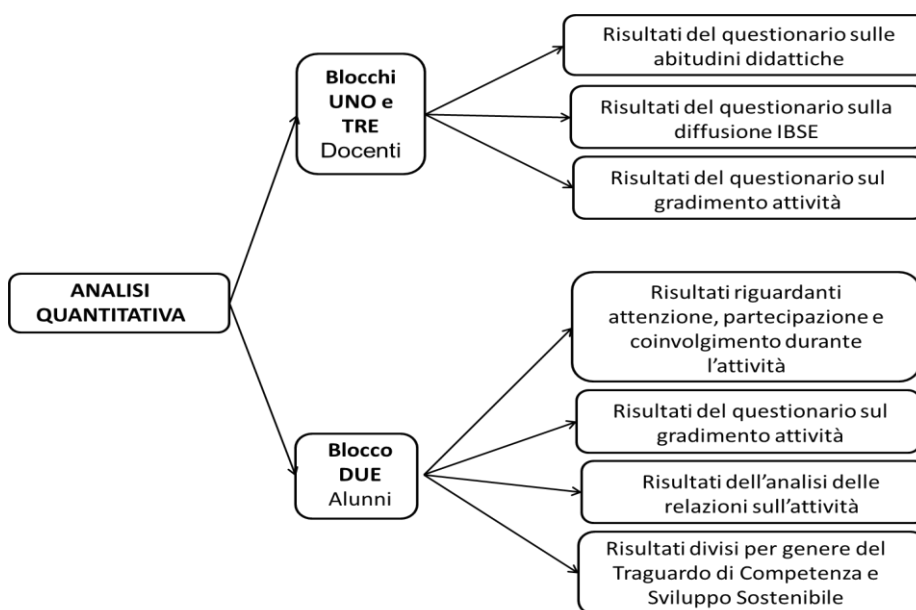


Fig. 3.35. Schema dei dati analizzati quantitativamente

Per valutare da un punto di vista qualitativo le risposte, sia individuali che di gruppo, sono state realizzate delle rubriche (Appendice 20) che sono state applicate alle risposte degli alunni in tutte e quattro le attività svolte nel blocco DUE. All'interno di ogni livello della rubrica principale, gli aspetti analizzati in relazione al *pattern* tematico sono stati: la pertinenza, la precisione e la completezza delle risposte elaborate dai ragazzi. Ciascun aspetto è stato poi suddiviso in tre livelli: il più elevato, *Elaborato*, è identificato con la lettera A, l'*Intermedio* con la lettera B, il livello *Essenziale* è associato alla lettera C mentre con la lettera N si identifica l'ultimo livello, corrispondente ad una risposta mancante (Appendice 21). In ogni attività il livello *Elaborato*, cioè quello più elevato, è stato identificato con il colore blu, l'*Intermedio* con il colore bordeaux, quello *Essenziale* con il colore verde ed infine il viola coincide con la risposta *Mancante*.

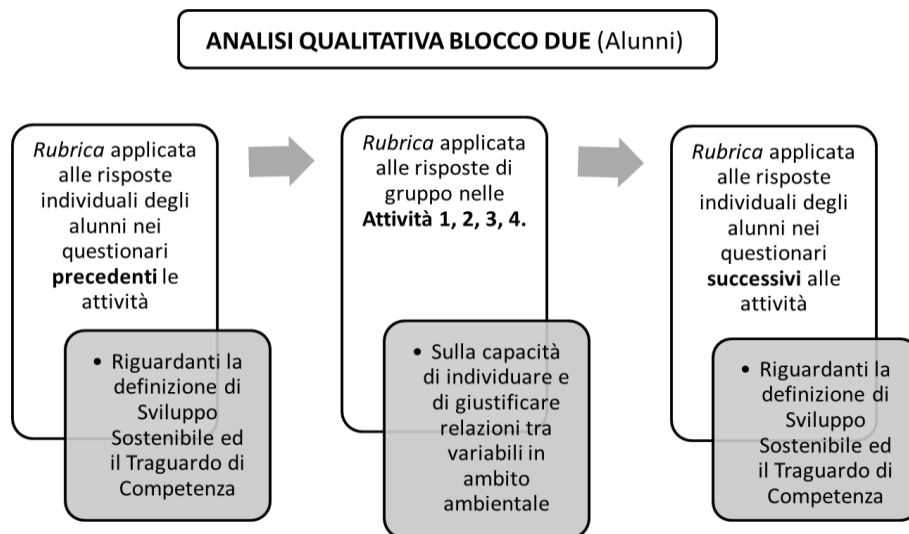


Fig. 3.36. Struttura analisi qualitativa del blocco DUE

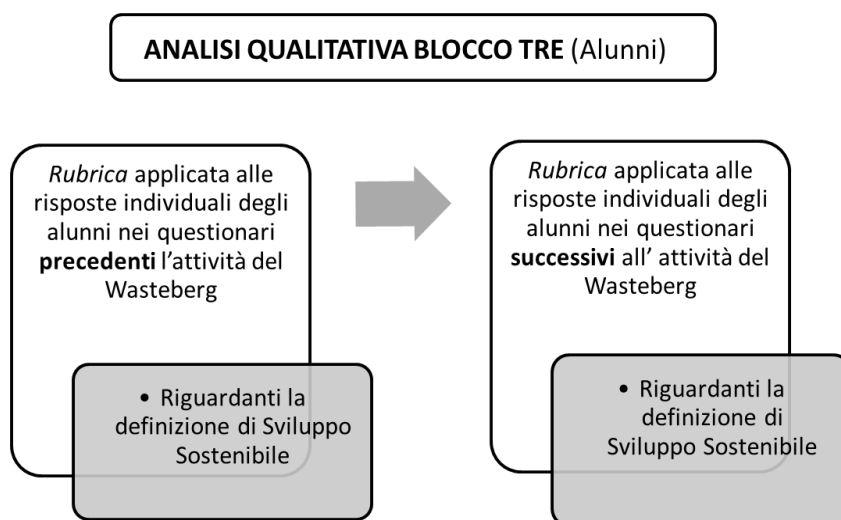


Fig. 3.37. Struttura analisi qualitativa del blocco TRE

I risultati che verranno presentati successivamente fanno riferimento alla rielaborazione dei dati utili al rilevamento del raggiungimento dell'obiettivo di questa tesi. Come già esposto, la sperimentazione del blocco DUE rivolta agli studenti è composta da due momenti individuali (uno all'inizio e l'altro alla fine della stessa) volti a monitorare l'evoluzione del concetto di Sviluppo Sostenibile ed il Traguardo di Competenza, e da 4 attività di gruppo dove si ricerca e si analizza la capacità degli alunni di individuare e giustificare relazioni tra variabili in ambito ambientale. Durante i periodi di studio trascorsi presso il dipartimento di *Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals* dell'Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) con il progetto Erasmus Traineeship (a.a. 2016-17 e 2017-18) è stato possibile approfondire e dettagliare maggiormente alcuni aspetti specifici della ricerca in questione. In particolare, con la collaborazione della Prof.ssa Conxita Màrquez Bargalló ed il gruppo LIEC (*Llenguatge i Ensenyament de les Ciències*) della UAB, sono state revisionate e/o realizzate delle rubriche valutative per esaminare le risposte date dagli alunni: queste sono state analizzate ed inquadrare nei quattro livelli presentati in precedenza - *Elaborato*, *Intermedio*, *Essenziale*, e *Mancante*.

Per categorizzare sia le risposte riguardo alla conoscenza del concetto di Sviluppo Sostenibile che la componente di azione del Traguardo di Competenza sono state elaborate due ulteriori rubriche (Tab. 3.6 e Tab. 3.7).

DEFINIZIONE SVILUPPO SOSTENIBILE	LIVELLO A <i>Elaborato</i>	Pertinenza –livello A Tiene conto di tutte le componenti dello Sviluppo Sostenibile Ha la componente di azione nella definizione	
	LIVELLO B <i>Intermedio</i>	Pertinenza –livello B Tiene conto solo di alcune componenti dello Sviluppo Sostenibile Ha la componente di azione nella definizione	
	LIVELLO C <i>Essenziale</i>	Pertinenza –livello C Esempi attinenti alla quotidianità degli alunni ma molto generici e non esplicitati. Definizione senza azione	
	LIVELLO N <i>Mancante</i>	Non pertinente Definizione non corretta, generica, banale e lacunosa “Non lo so”	

Tab. 3.6. Corrispondenza tra livelli e colori nella rubrica inerente la definizione di Sviluppo Sostenibile

TRAGUARDO DI COMPETENZA	LIVELLO A <i>Elaborato</i>	Centrato Azione realizzabile Tiene conto della maggior parte delle attività svolte	
	LIVELLO B <i>Intermedio</i>	Parzialmente centrato Azione parzialmente realizzabile Tiene conto di poche attività svolte	
	LIVELLO C <i>Essenziale</i>	Non centrato ma affine Azione realizzabile ma non attinente alla quotidianità degli alunni o al loro vissuto personale Non tiene conto delle attività svolte	
	LIVELLO N <i>Mancante</i>	Non centrato Azione non realizzabile Non tiene conto delle attività svolte	

Tab. 3.7. Corrispondenza tra livelli e colori nella rubrica inerente il Traguardo di Competenza

Per analogia, coerenza e facilità di lettura con le altre rubriche realizzate in precedenza, ad ogni livello è stato assegnato lo stesso colore. La tabella 3.8 specifica la corrispondenza tra i livelli di valutazione per ogni attività, sia individuale che di gruppo, l'indicatore sintetico e la relativa corrispondenza cromatica.

LIVELLI DI PADRONANZA	INDICATORE SINTETICO	CORRISPONDENZA CROMATICA
LIVELLO A	<i>ELABORATO</i>	
LIVELLO B	<i>INTERMEDIO</i>	
LIVELLO C	<i>ESSENZIALE</i>	
LIVELLO N	<i>MANCANTE</i>	

Tab. 3.8. Corrispondenza tra livelli di padronanza, indicatori sintetici e colori

La tabella 3.9. presenta la scheda realizzata dalla ricercatrice e compilata dai docenti di classe nel corso dei 4 incontri della sperimentazione. Essa è stata strutturata per monitorare la variazione di tre indicatori, ritenuti significativi anche dai docenti di classe: partecipazione, attenzione ed interventi appropriati realizzati dagli alunni.

[illegible]

Gli insegnanti di classe hanno compilato tale tabella inserendo, sotto ad ogni indicatore, i simboli di maggiore minore o uguale partecipazione, attenzione e realizzazione di interventi appropriati, rispetto all'andamento generale e consueto della classe (Fig. 3.38). Questa scheda è stata compilata dai docenti di classe perché, conoscendo gli alunni da un triennio, sono riusciti a valutare l'eventuale cambiamento verificatosi nell'atteggiamento dei propri alunni nel corso della sperimentazione.

[illegible]

3.4.2. Codificazione alunni

74

dunque dal codice del gruppo seguito da un numero progressivo in pedice corrispondente all'ordine alfabetico all'interno del gruppo (i.e. 1EP₂ è il secondo alunno del gruppo n°1 della sezione E di Passo Treia). Inoltre, il codice è di colore blu per gli alunni e rosa per le alunne (Fig. 3.39). L'asterisco è stato utilizzato per contrassegnare gli alunni con difficoltà cognitiva o per alunni di madrelingua non italiana.

NOME E COGNOME	CODICE
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	1EP ₁
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	1EP ₂
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	1EP ₃
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	1EP ₄
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	2EP ₁
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	2EP ₂
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	2EP ₃
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	2EP ₄
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	2EP ₅
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	3EP ₁
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	3EP ₂
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	3EP ₃
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	3EP ₄
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	3EP ₅
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	4EP ₁
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	4EP ₂
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	4EP ₃
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	4EP ₄
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	4EP ₅
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	5EP ₁
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	5EP ₂
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	5EP ₃
ALFONSO ALFONSO ALFONSO	5EP ₄

Fig. 3.39. Codificazione alunni della classe III E di Passo Treia

CAPITOLO 4 – RISULTATI

4.1. PREMESSA

I risultati presentati in questa tesi scaturiscono dai dati raccolti durante la sperimentazione effettuata in due scuole (IC “E. Paladini” di Treia e IC “Via U. Bassi” di Civitanova Marche, cfr. 1.6.1 e 1.6.2) e in due contesti diversi (docenti ed alunni). La sperimentazione si è prefissata il raggiungimento di obiettivi specifici e differenziati in base al rispettivo target, come indicato nelle tabelle 4.1 e 4.2.

Per facilitare la lettura e l’interpretazione dei risultati, si ritiene opportuno richiamare la strutturazione del percorso sperimentale e la successione delle sue fasi.

Per quanto riguarda la parte relativa ai docenti, nel blocco UNO, dopo aver effettuato un seminario riguardante i progressi delle neuroscienze in ambito educativo e l’approccio IBSE, è stato affrontato il tema della risorsa acqua. Nel blocco TRE, dopo un seminario riguardante l’Agenda 2030, è stato proposto il tema della raccolta differenziata e dei rifiuti visti come risorsa (Tab. 4.1). Dopo l’attività sono stati somministrati due questionari ai partecipanti per verificare il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- conoscere le abitudini didattiche dei docenti;
- verificare la diffusione dell’approccio IBSE nella scuola secondaria di I grado;
- presentare attività di Geoscienze da riproporre facilmente agli alunni e verificare il grado di interesse e soddisfazione da parte degli insegnanti.

Per i contenuti scientifici dell’attività e relative finalità si rimanda ai paragrafi 3.2.1, 3.2.2.

DOCENTI			
BLOCCO UNO		BLOCCO TRE	
“Neuroscienze, educazione ed approccio IBSE”		“Consumo consapevole delle Georisorse: attività IBSE”	
IC “PALADINI”- Treia – n=26		IC “U.BASSI”- Civitanova – n=30	
Seminario e lavoro di gruppo Argomento: Risorsa Acqua	Questionario sulle abitudini didattiche e frequenza degli argomenti trattati	Seminario e lavoro di gruppo Argomento: Rifiuti e raccolta differenziata	Questionario sulle abitudini didattiche e frequenza degli argomenti trattati
	Questionario sulla diffusione IBSE		Questionario sulla diffusione IBSE

Tabella 4.1. Quadro sinottico della sperimentazione rivolta ai docenti

L’obiettivo specifico della sperimentazione rivolta agli studenti (blocco DUE), che rappresenta il nucleo della sperimentazione di questa ricerca, è stato quello di verificare la capacità degli studenti di individuare e giustificare relazioni tra variabili individuate in ambito ambientale (cfr. Cap. 3.4) e veicolate attraverso contenuti di Geoscienze. Per i contenuti scientifici dell’attività e relative finalità, si rimanda ai paragrafi 3.3.1, 3.3.2. Il blocco DUE, oltre alle quattro attività, è composto da due momenti individuali (che consistono nella compilazione di un questionario all’inizio e l’altro alla fine, Appendici 16, 17, 18) per valutare l’evoluzione della conoscenza riguardo lo Sviluppo Sostenibile e identificare il raggiungimento del Traguardo di Competenza (cfr. Par. 3.3.3). La sperimentazione afferente al blocco DUE è stata effettuata su un campione di quattro classi terze (alunni di 14 anni) della Scuola Secondaria di I grado “E. Paladini” di Treia per un totale di 77 alunni, di cui 32 femmine e

45 maschi, nell'anno scolastico 2017/2018. La sperimentazione relativa al blocco TRE, dove sono stati coinvolti anche i docenti in attività separata, invece è stata realizzata in occasione della Settimana della Terra (15-22 ottobre 2017) presso l'IC "U. Bassi" di Civitanova Marche ed ha coinvolto una classe terza composta da 14 maschi e 3 femmine per un totale di 17 alunni.

ALUNNI				
IC "PALADINI"- Treia			IC "U.BASSI"- Civitanova	
BLOCCO DUE L'educazione ambientale attraverso le Geoscienze			BLOCCO TRE Consumo consapevole delle Georisorse: attività IBSE	
AMBITO 1-Classi AT e BT		AMBITO 2-Classi CT e EP		Attività del Wasteberg e lavoro di gruppo Argomento: I Rifiuti provenienti da Georisorse
Gli alunni lavorano in gruppo in autonomia	Attività L1 e G1 Argomento: Consumo di Suolo	Gli alunni lavorano in gruppo con la guida della ricercatrice	Attività L1 e G1 Argomento: Consumo di Suolo	
	Attività L2 e G2 Argomento: Rifiuti e Raccolta Differenziata		Attività L2 e G2 Argomento: Rifiuti e Raccolta Differenziata	
	Attività P3 Argomento: Estrazione mineraria		Attività P3 Argomento: Estrazione mineraria	
	Attività P4 Argomento: Riuso e Riciclo		Attività P4 Argomento: Riuso e Riciclo	

Tab. 4.2. Quadro sinottico della sperimentazione rivolta agli alunni

Tutti i dati raccolti, riguardanti sia i questionari somministrati ai docenti che quelli relativi agli alunni ed il materiale da loro prodotto, sono stati elaborati attraverso l'analisi qualitativa e quantitativa come sinteticamente riportato nella tabella 4.3.

ANALISI			
QUANTITATIVA		QUALITATIVA	
Blocco UNO	Risultati dei docenti	Blocco DUE	Risultati degli alunni
Blocco DUE	Risultati degli alunni		
Blocco TRE	Risultati dei docenti e degli alunni	Blocco TRE	Risultati degli alunni

Tab. 4.3. Quadro sinottico del tipo di analisi effettuata per ciascun blocco

Come già illustrato nel precedente capitolo (cfr. 3.4), per valutare da un punto di vista qualitativo le risposte degli studenti, sia individuali che di gruppo, sono state realizzate delle rubriche che vengono applicate alle risposte degli alunni in tutte e quattro le attività svolte nel blocco DUE (cfr. Tab. 3.2 e 3.3). Nella tabella 4.4 vengono riportate le "ancore", cioè esempi degli elaborati degli alunni nel corso delle varie attività, per evidenziare l'attinenza dell'esempio con il rispettivo livello di prestazione.

	CRITERI	DESCRIPTORI	INDICATORI	ANCORE
LIVELLO A - ELABORATO	-Identifica la relazione -Giustifica la relazione individuata - Individua altre relazioni connesse a quella/e di partenza.	- Completamente -Con pertinenza e precisione -Implementa la risposta con altre variabili che influenzano tale relazione	L₁: Individua la relazione “maggiore impermeabilizzazione=minor percentuale di suolo naturale” oppure “minore impermeabilizzazione=maggiore percentuale di suolo consumato” e la giustifica con esempi pertinenti.	“Se aumenta la quantità di suolo cementificato e dunque impermeabilizzato l’acqua non può passare e si ha a disposizione una quantità minore di suolo fertile per la produzione di cibo. Inoltre molto cemento aumenta anche il calore in estate” (3EP)
			G₁: Individua la relazione “maggiore popolazione=minor percentuale di suolo consumato” oppure “minore popolazione=minor percentuale di suolo consumato” e la giustifica con esempi pertinenti.	“Sì, c’è una relazione: più persone vivono in uno stato più sarà il consumo di suolo: questo perché ognuno di noi ha una percentuale di suolo che consuma. Il suolo si consuma anche per il fatto del cibo: chi è vegetariano sfrutterà meno suolo rispetto a chi è carnivoro. Chi vive in un’abitazione grande consuma più suolo di chi vive in condominio”. (3AT)
			L₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= maggiori benefici per l’ambiente” e la giustifica con esempi pertinenti.	“Se più persone aderiscono alla raccolta differenziata, ci sarà meno inquinamento e meno rifiuti portati in discarica: c’è questa reazione perché se ricicliamo possiamo evitare l’inquinamento producendo nuovi oggetti senza consumare altre materie prime” (1BT)
			G₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata = minore quantità di rifiuti portati in discarica” e la giustifica con esempi pertinenti.	“Sì, più percentuale di raccolta differenziata faccio, meno rifiuti porto in discarica perché ogni rifiuto viene riutilizzato, le discariche non vengono sovraccaricate e l’inquinamento diminuisce” (2BT)
			P₃: Individua tutti e tre i passaggi della relazione e li giustifica con esempi attinenti. Identifica altre relazioni riguardanti l’ambiente e la salute.	“Sì, se si estrae di meno non si rovina l’ambiente e si ricava di più perché non ci sono i costi della bonifica da sostenere. Sarebbe meglio utilizzare altri materiali anziché estrarne di nuovi” (2CT)
			P₄: Individua tutti e tre i passaggi della relazione e li giustifica con esempi attinenti. Identifica altre relazioni riguardanti l’ambiente e la salute.	“La relazione è che riciclando o riusando aumenta la salute dell’ambiente e delle persone oltre al risparmio, perché riciclando e riusando consumiamo di meno le materie prime” (1EP)

	CRITERI	DESCRITTORI	INDICATORI	ANCORE
LIVELLO B - INTERMEDIO	-Identifica la relazione -Giustifica la relazione individuata - Individua altre relazioni connesse a quella/e di partenza.	-Parzialmente -Con pertinenza e precisione	L₁: Individua la relazione “maggiore impermeabilizzazione=minor percentuale di suolo naturale” oppure “minore impermeabilizzazione=maggiore percentuale di suolo consumato” e la giustifica con esempi.	“Sì, c’è una relazione: costruendo abitazioni sopra al suolo esso diventa impermeabile e c’è una riduzione delle produzioni agricole perché il suolo impermeabilizzato non è più fertile” (4BT)
			G₁: Individua la relazione “maggiore densità di popolazione=minor percentuale di suolo non più naturale” oppure “minore popolazione=maggiore percentuale di suolo consumato” e la giustifica con esempi.	“Sì, meno abitanti e meno consumo di suolo; c’è questa relazione perché se ci sono meno abitanti c’è bisogno di meno strutture, meno strade, meno cibo, meno industria, meno strutture dedicate ai mezzi di trasporto” (3CT)
			L₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= maggiori benefici per l’ambiente” e la giustifica con esempi. Identifica altre relazioni riguardanti la raccolta differenziata e la salute dell’ambiente.	“Sì c’è una relazione: più oggetti ricicli e meno inquinamento c’è perché gli oggetti buttati via e non riciclati non vengono riassorbiti dal terreno e sono un problema, se invece vengono riciclati il materiale viene riutilizzato senza sprechi per l’ambiente” (3BT)
			G₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= minore quantità di rifiuti portati in discarica” e la giustifica con esempi.	“Sì, più si fa la differenziata meno si usa la discarica perché gli oggetti che si possono riciclare non sono mai rifiuti perché si possono riutilizzare, ad esempio la bottiglietta d’acqua” (3BT)
			P₃: Individua solo il I e II passaggio della relazione oppure solo il I ed il III e li giustifica con esempi ed altre relazioni connesse a quelle di partenza, riguardanti l’ambiente o la salute.	“C’è, più estraiamo e più ricaviamo ma maggiori danni provochiamo all’ambiente perché la salute dell’ambiente dipende anche dalla grandezza della miniera” (1TA)
			P₄: Individua solo il I e II passaggio della relazione oppure solo il I ed il III e li giustifica con esempi.	“Sì, andando a riciclare o a riusare si va a danneggiare meno l’ambiente e si ha più guadagno in euro”(3BT) “È meglio riusare un oggetto che estrarre da cave o miniere perché abbiamo notato che c’è stato un guadagno ” (4AT)

	CRITERI	DESCRITTORI	INDICATORI	ANCORE
LIVELLO C - ESSENZIALE	-Identifica la relazione -Giustifica la relazione individuata - Individua altre relazione connesse a quella/e di partenza.	-Parzialmente individua o giustifica la relazione -Con pertinenza o precisione	L₁: Individua la relazione “maggior impermeabilizzazione=minor percentuale di suolo naturale” oppure “minore impermeabilizzazione=maggior percentuale di suolo consumato”.	“Per noi c’è una relazione: l’impermeabilizzazione è una causa del consumo di suolo perchè l’acqua stagnandosi contribuisce a rovinare il suolo. Questo succede perchè l’uomo sfrutta troppo il nostro pianeta e le costruzioni contribuiscono all’impermeabilizzazione del suolo” (1AT) “Quando il consumo di suolo sale, sale anche l’impermeabilizzazione; c’è questa relazione perchè più suolo viene impermeabilizzato e più esso è meno disponibile” (3CT)
			G₁: Individua la relazione “maggiore densità popolazione=minor percentuale di suolo consumato” oppure “minore popolazione=maggior percentuale di suolo consumato”.	“Sì, c’è una relazione infatti meno si costruisce più suolo si ha a disposizione; c’è questa relazione perchè uno è la reazione dell’altro” (3AT) “Sì, più abitanti ci sono e più è il consumo del suolo: secondo noi c’è questa relazione perchè è logico, quindi più aumentano gli abitanti più necessità ci sono” (4CT)
			L₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= maggiori benefici per l’ambiente” o giustifica la relazione senza esplicitarla.	“Meno rifiuti in discarica significa maggiore raccolta differenziata e meno materia prime che vengono utilizzate” (4CT)
			G₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= minore quantità di rifiuti portati in discarica” giustifica la relazione senza esplicitarla.	“Maggiore sarà la raccolta differenziata e meno inquinamento si avrà perchè invece di buttare i rifiuti a caso li metto negli appositi cestini e avrò meno inquinamento e meno rifiuti in discarica” (4BT)
			P₃: Individua solo un passaggio della relazione o giustifica la relazione. Indentifica altre relazioni connesse a quelle di partenza.	“Sì, più si scava e più il terreno viene eroso e diminuisce perchè se c’è più tempo si può ricavare più minerali” (3CT)
			P₄: Individua solo un passaggio della relazione o giustifica la relazione. Indentifica altre relazioni connesse a quelle di partenza, riguardanti l’ambiente o la salute.	“Sì, secondo noi c’è una relazione perchè più riciclo e riuso più Riesco a mantenere la salute dell’ambiente ed il ricavo in euro è più alto” (2AT) “Sì, c’è una relazione positiva: più ricicliamo e meno sfruttiamo il pianeta, si sprecano meno soldi” (3AT)

	CRITERI	DESCRITTORI	INDICATORI	ANCORE
LIVELLO N –MANCANTE	-Identifica la relazione	Non identifica nessuna relazione o nessuna risposta	L₁. G₁: Nessuna relazione individuata/giustificata o nessuna risposta	La relazione tra il consumo del suolo e l'impermeabilizzazione è che permette di modificare il suolo; secondo noi c'è questa relazione perchè tutte e due svolgono la stessa funzione" (4EP)
	-Giustifica la relazione individuata		L₂. G₂: Nessuna relazione individuata/giustificata o nessuna risposta	"Sì c'è, la raccolta differenziata è positiva perchè evitiamo l'inquinamento dell'ambiente perchè c'è il riciclo produttivo" (3AT) "Sì, c'è: si portano in discarica maggiormente se non si possono riciclare perchè gli oggetti che non si usano invece di portarli in discarica si possono aggiustare o riutilizzare" (3AT)
	- Individua altre relazione connesse a quella/e di partenza.		P₃: Nessuna relazione individuata/giustificata o nessuna risposta	///
			P₄: Nessuna relazione individuata/giustificata o nessuna risposta	///

Tab. 4.4. Rubrica di valutazione dei livelli di prestazione degli alunni con relative ancore

4.2. RISULTATI DELLE ATTIVITÀ DOCENTI

I dati raccolti dai questionari somministrati durante i seminari tenuti per gli insegnanti, nell'ambito dei quali sono state proposte le due attività di laboratorio dei blocchi UNO e TRE, hanno permesso non solo di individuare le abitudini didattiche dei docenti e la frequenza di trattazione degli argomenti di scienze previsti dal curriculum, ma anche di monitorare la diffusione dell'approccio IBSE tra i docenti delle scuole di ogni ordine e grado e di evidenziarne i punti di forza e di debolezza. In entrambi i blocchi è stato utilizzato l'approccio didattico IBSE mentre l'argomento trattato è stato declinato non solo in relazione alle esigenze della ricercatrice, ma anche alle particolari necessità delle scuole con cui si è collaborato.

4.2.1. Abitudini didattiche dei docenti

In occasione dei seminari, prima dell'inizio dell'attività, è stato somministrato un questionario (Appendice 1) sulle abitudini didattiche dei docenti coinvolti per identificare non solo la trattazione o meno di alcuni argomenti, ma anche per individuare se e come i docenti colleghino i contenuti con l'attualità e con le altre discipline nel corso della lezione. I dati sono stati raccolti prima dello svolgimento dei blocchi UNO e TRE. I grafici della figura 4.3 a-d sono stati elaborati tenendo in considerazione le risposte formulate con la seguente scala di frequenza: *mai - qualche volta - spesso - sempre*.

La figura 4.1.a e la figura 4.1.b sono state poste per evidenziare il livello di "ambientalizzazione del curriculum" (cfr. Par. 1.2.1) e della pratica didattica degli insegnanti delle scuole interessate. La Fig. 4.1.a evidenzia una scarsa tendenza a partire da argomenti legati all'ambiente per impostare una lezione di scienze e/o matematica, poiché solo il 10% dei docenti riferisce di farlo *spesso* mentre l'80% dichiara di partire solo *qualche volta* da problematiche ambientali per affrontare un nuovo argomento.. Il grafico della figura 4.1.b mostra altresì come il 40% dei docenti interpellati ammetta di non correlare *mai* le problematiche ambientali con altri argomenti o con altre materie scolastiche.

Le figure 4.1.c e la figura 4.1.d mostrano se e quante volte i docenti sottolineano l'importanza dei risvolti sociali ed economici di fenomeni e contenuti scientifici, portando così gli alunni a riflettere, con l'attivazione di un pensiero ecologico e reticolare (cfr. Cap.1.3), sulle conseguenze ambientali a livello globale di usi e costumi umani. È interessante notare come nella figura 4.1.c il 90% dei docenti, seppur con diversa frequenza, presenti i risvolti sociali connessi alle problematiche ambientali affrontate. D'altro canto, però, dalla figura 4.1.d si evince come il 30% degli insegnanti non presenti *mai* il risvolto economico legato agli argomenti trattati.

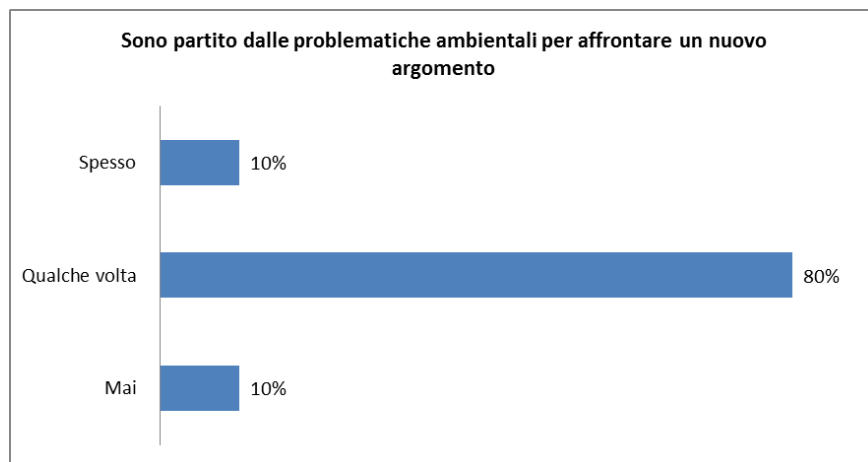


Fig. 4.1.a

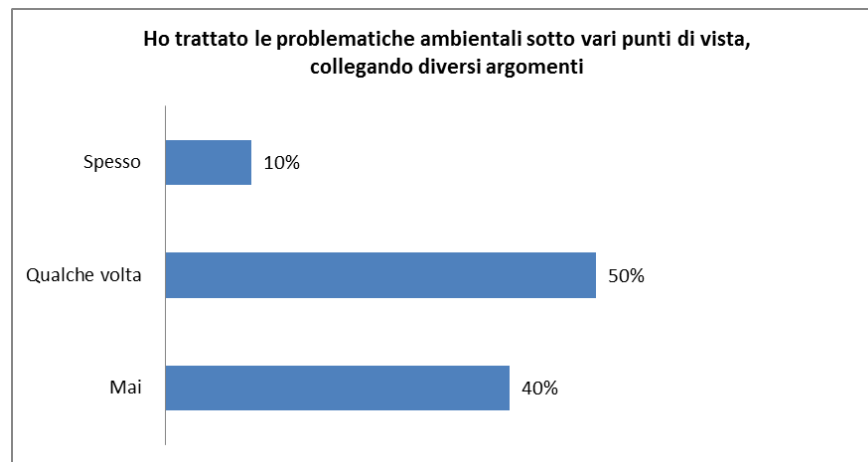


Fig. 4.1.b

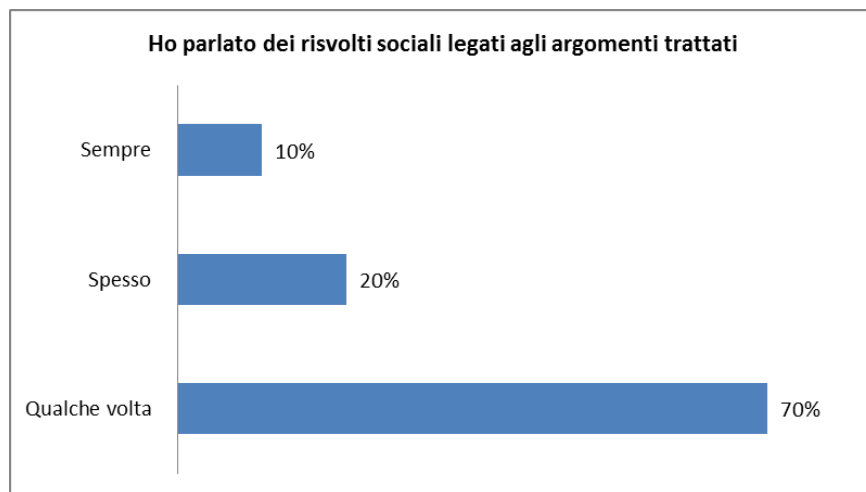


Fig. 4.1.c

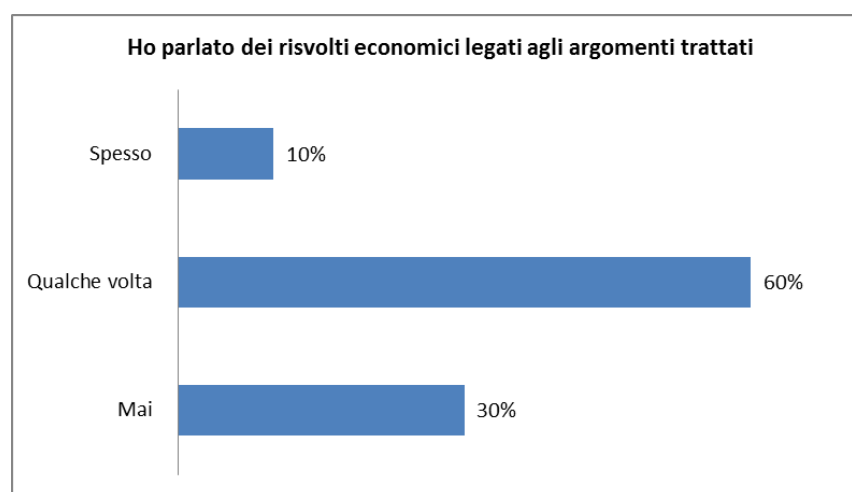


Fig. 4.1.d

Fig. 4.1. a-d. Abitudini didattiche dei docenti (percentuali risposte)

4.2.2. Frequenza della trattazione degli argomenti di Geoscienze

Nel medesimo questionario (Appendice 1) sono state inoltre rilevate le frequenze relative alla trattazione di alcuni argomenti di Scienze della Terra nel corso del triennio della Scuola Secondaria di I grado. È interessante notare come, nonostante l'eterogeneità del background degli insegnanti coinvolti, argomenti quali *Universo*, *Sistema Solare*, *Idrosfera* ed *Atmosfera* vengano trattati dalla totalità degli insegnanti, seppure in momenti diversi nel corso dei tre anni ed in particolare: *Atmosfera* ed *Idrosfera* nel primo anno ed *Universo* e *Sistema Solare* nell'ultimo. Vengono invece spesso trascurati, verosimilmente per scelte didattiche legate alla formazione degli insegnanti o all'adesione a progetti extracurricolari che sottraggono tempo alla didattica, argomenti quali: *Suolo*, *Minerali e Rocce*, che - al contrario - rappresentano un buon punto di partenza per la realizzazione di unità didattiche interdisciplinari.

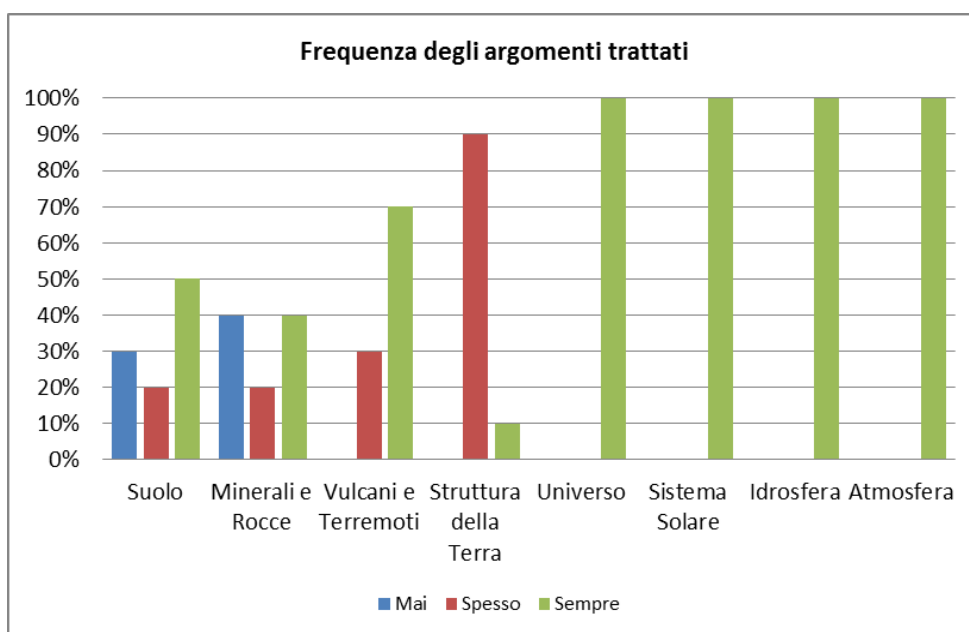


Fig. 4.2. Frequenza degli argomenti di Geoscienze trattati dai docenti del campione

4.2.3. Diffusione e gradimento dell'attività Inquiry

Le domande del questionario somministrato alla fine dei blocchi UNO E TRE hanno riguardato l'attività proposta e l'approccio didattico utilizzato (Appendice 2). In questa sede sono state elaborate e prese in considerazione soltanto due affermazioni: "Conoscevo l'approccio IBSE prima dell'attività" e "I punti di forza e di debolezza dell'attività svolta".

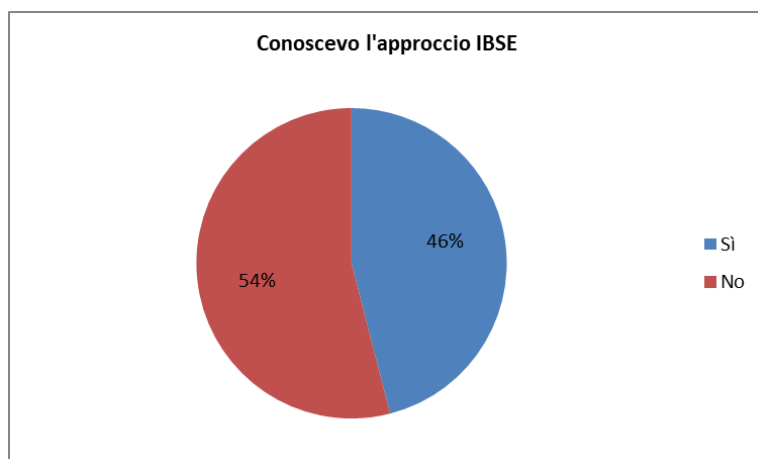


Fig. 4.3. Conoscenza IBSE (IC "E. Paladini"- Treia e IC "U. Bassi" – Civitanova)

In figura 4.3 vengono rilevati i dati riferiti alla diffusione dell'approccio IBSE tra gli insegnanti che, pur afferendo a contesti scolastici differenti ed eterogenei per età e background culturale, conoscevano l'approccio IBSE prima dei seminari proposti. Dai dati raccolti ed elaborati da precedenti sperimentazioni legate alla diffusione dell'approccio IBSE (Pennesi, 2017 e Acqua, 2018) si nota un trend positivo, in quanto la percentuale dei docenti appartenenti al primo ciclo di istruzione della provincia di Macerata che conosce tale approccio sale nel corso delle due sperimentazioni precedenti fino ad attestarsi al 46% nella presente. Questo può essere ritenuto un controllo a posteriori della validità dei progetti didattici precedentemente proposti e sperimentati.

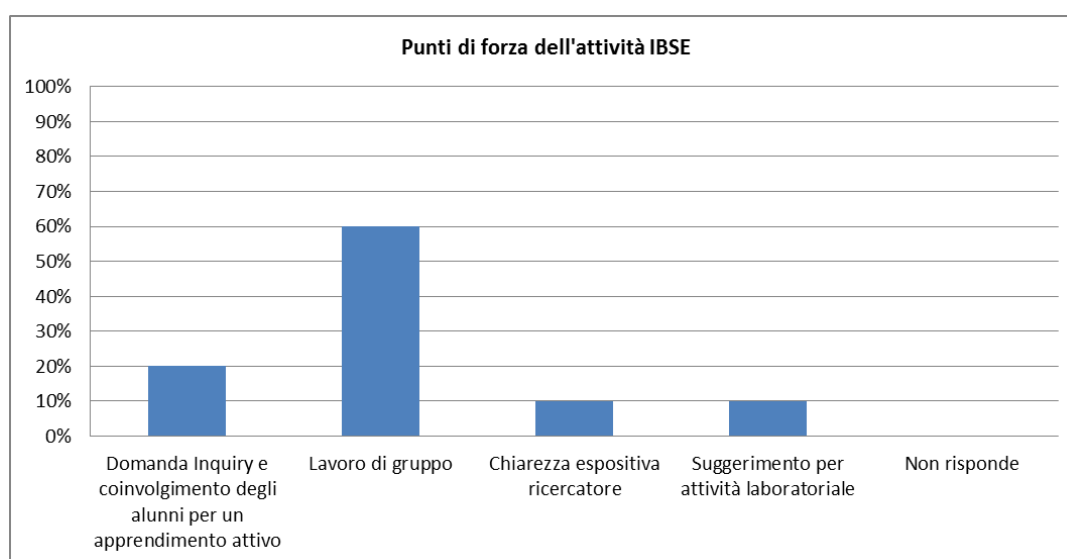


Fig. 4.4. Punti di forza dell'attività IBSE - IC "E. Paladini"- Treia e IC "U. Bassi"- Civitanova (percentuali risposte)

La figura 4.4 mostra i principali punti forza dell'approccio IBSE e dell'attività rilevati dai docenti che hanno risposto alle domande (aperte e a scelta multipla) per avere un quadro della situazione più completo ed aderente a ciò che gli stessi hanno sperimentato durante i seminari proposti. Il dato più considerevole è rappresentato dal lavoro di gruppo seguito dalla domanda *Inquiry*, che coinvolge gli studenti e ne stimola la curiosità e l'apprendimento. Generalmente la formulazione di tale domanda è il punto più complesso di tutta la strutturazione dell'attività *Inquiry*, ed è quindi significativo che in questa sede venga indicato invece come punto di forza: ciò potrebbe testimoniare una maggiore familiarità dei docenti con l'approccio in generale, come già rilevato dalla figura 4.3, ed il passaggio dal paradigma di insegnamento tradizionale ad uno nuovo, più dinamico ed innovativo (cfr. Cap. 2.1).

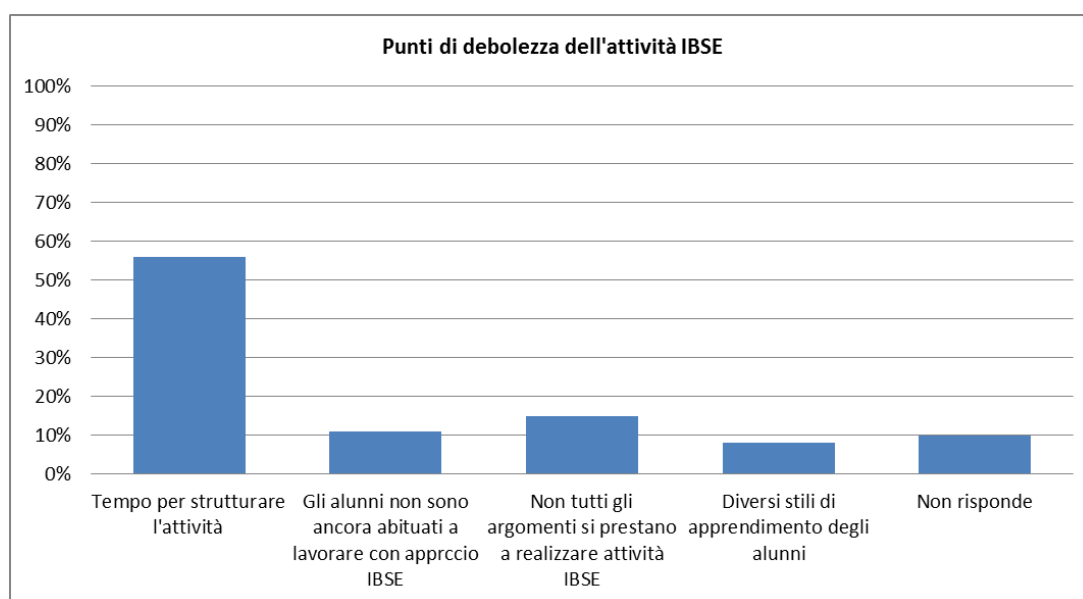


Fig. 4.5. Punti di debolezza dell'attività IBSE - IC "E. Paladini"- Treia e IC "U. Bassi"- Civitanova (percentuali risposte)

La figura 4.5 mostra i principali punti di debolezza dell'approccio e dell'attività IBSE rilevati dai docenti. Il dato più considerevole è rappresentato dal tempo necessario per strutturare l'attività IBSE, seguito dal fatto che non tutti gli argomenti si prestano alla realizzazione dell'attività. Il tempo per realizzare l'attività IBSE corrobora quanto già sostenuto nel Capitolo 1.1, e cioè che gli insegnanti hanno bisogno maggior tempo da investire nella realizzazione di attività didattiche innovative, inclusive ed efficienti, anziché nella compilazione di documenti burocratici di dubbia utilità.

Inoltre, nell'appendice 2, alla voce "*Note e suggerimenti*" la maggior parte dei docenti non solo ha espresso particolare gradimento per i temi trattati relativamente alle neuroscienze e all'Agenda 2030, ma soprattutto ha evidenziato l'alta valenza formativa degli argomenti di Geoscienze che, grazie ai seminari proposti, sono stati visti sotto un'altra prospettiva: non più una parte del programma da svolgere in maniera mnemonica e priva di coinvolgimento, ma come nucleo fondante da cui partire per costruire unità didattiche interdisciplinari ed afferenti all'educazione ambientale.

4.3. RISULTATI OTTENUTI DALL'ANALISI QUALITATIVA DELLE ATTIVITÀ DEGLI ALUNNI

L'analisi qualitativa del nucleo fondante della sperimentazione riguardante il blocco DUE (cfr. Tab. 4.2) è stata sviluppata su due livelli: il primo riguarda il confronto per ogni attività tra l'Ambito 1 e l'Ambito 2, e cioè - rispettivamente - l'attività condotta dagli alunni in autonomia o con la guida del docente; il secondo livello riguarda il confronto sull'efficacia di tre diverse modalità di strutturazione dell'azione didattica, e cioè lettura di un testo (L1 e L2), lettura di un grafico (G1 e G2) ed attività pratica (P3 e P4).

Nella tabella 4.5 sono presentati in sintesi le quattro attività condotte nei due ambiti e gli argomenti trattati.

ATTIVITÀ PER ENTRAMBI GLI AMBITI	ARGOMENTO	OBIETTIVO RILEVATO
Lettura di un testo (L1) Lettura di un grafico (G1)	Consumo di Suolo (Appendice 7)	Capacità di individuare e di giustificare relazioni tra variabili in ambito ambientale, prima e dopo l'attività
Lettura di un testo (L2) Lettura di un grafico (G2)	Rifiuti e Raccolta differenziata (Appendice 8)	
Attività pratica IBSE (P3)	Estrazione mineraria (Appendice 14)	
Attività pratica IBSE (P4)	Riuso e riciclo (Appendice 15)	

Tab. 4.5. Quadro sinottico delle attività svolte con argomento ed obiettivo rilevato

L'attività L1-G1 e L2-G2 sono attività identiche, lettura di un testo (L) e di un grafico (G), tranne che per l'argomento trattato. Le medesime sono state così strutturate per i seguenti motivi:

- far familiarizzare gli alunni con il lavoro richiesto per verificare quanto la conoscenza dell'argomento sia significativa in termini di miglioramento della prestazione,
- utilizzare una modalità (lettura di un testo o di un grafico) con cui gli alunni sono abituati a confrontarsi più frequentemente nelle lezioni scolastiche tradizionali
- focalizzare l'attenzione sul Consumo di Suolo, come risorsa che gli alunni conoscono poco e danno spesso per scontata (Acqua, 2018), e sui Rifiuti e la Raccolta Differenziata che - al contrario - fanno parte della loro vita quotidiana, poiché a ciascuno di loro è capitato di portar fuori la spazzatura o comunque separare i rifiuti.

Le attività pratiche (P3 e P4) sono state predisposte con approccio IBSE (cfr. Cap 2.2.1) ed anch'esse riguardano contenuti diversi, sui Geomateriali e sulle Georisorse, per approfondire argomenti che gli alunni conoscono solo superficialmente.

Inoltre tutte le attività affrontate con contenuti diversi hanno permesso di allargare il ventaglio di temi trattati al fine non solo di valutarne la diffusione, ma anche per permettere l'emergere dei diversi background presenti tra gli alunni e per raggiungere in maniera più ampia l'obiettivo prefissato: *valutare la capacità degli alunni di individuare e giustificare relazioni tra variabili in ambito ambientale*, e dunque complesso, con diversi livelli di completezza, precisione e pertinenza.

I grafici dei risultati sono presentati con la seguente suddivisione: per ambiti e per tipo di attività.

4.3.1. Confronto ed analisi dei risultati per ambiti

Come già detto nel Capitolo 3.3 la sperimentazione è stata suddivisa in due Ambiti: l'unica discriminante tra le classi afferenti all'Ambito 1 e quelle all'Ambito 2 consiste nell'intervento-guida del docente nei momenti di difficoltà o dubbio manifestati dagli alunni (nelle figure, istogrammi a destra) o in autonomia (a sinistra). La differenziazione tra Ambito 1 e 2 è stata strutturata con lo scopo di verificare il peso del ruolo guida dell'insegnante nel momento dell'interpretazione di un testo, di grafici e nello svolgimento dell'attività pratica, in particolare nella fascia d'età degli alunni coinvolti. Di seguito vengono presentati e confrontati i risultati delle attività (L1,G1,L2,G2, P3 e P4) condotte nei due Ambiti in questione. Le classi AT e BT sono pertinenti all'Ambito 1, le classi CT e EP all'Ambito 2. Nella figura 4.6 il grafico mostra i dati relativi alla prima attività (riguardante il consumo del Suolo) ed in particolare alla lettura del testo (L1). L'89% degli alunni dell'Ambito 1 raggiunge un livello di padronanza *Essenziale* ed è assente il livello *Elaborato*. Di contro nell'Ambito 2, con la guida del docente, il livello *Intermedio* è più elevato (77%) rispetto a quello dell'Ambito 1 ed è presente il livello *Elaborato*, anche se con una percentuale non particolarmente rilevante (10%). La percentuale del livello *Mancante* è nulla in entrambi gli ambiti.

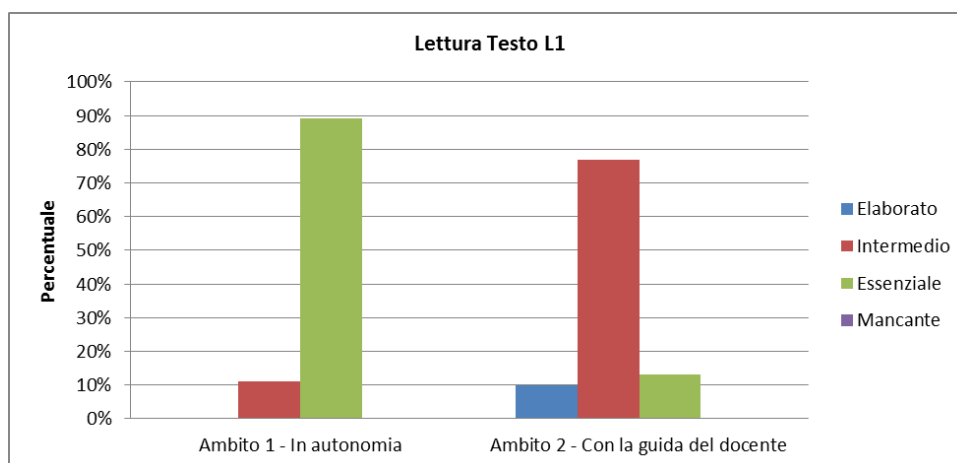


Fig. 4.6. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività di Lettura del Testo-L1

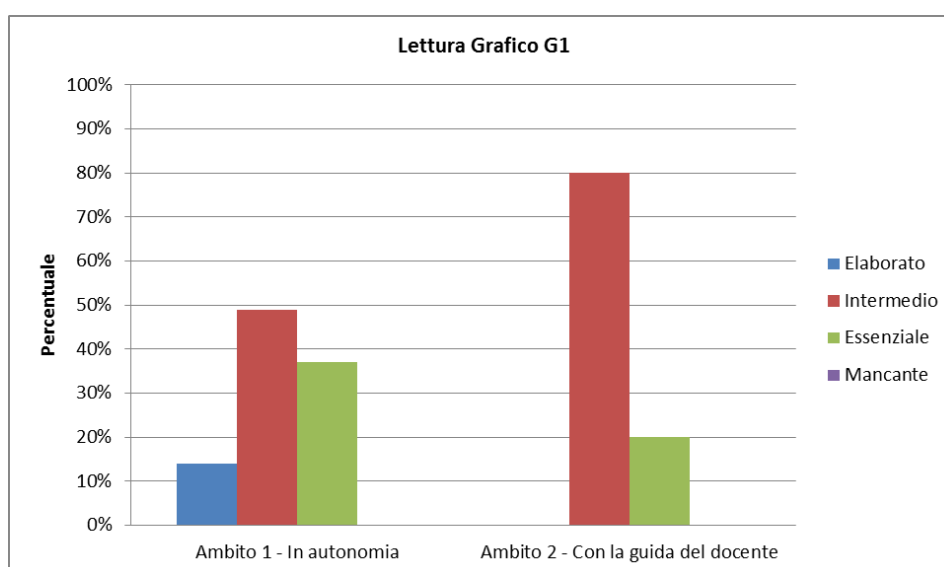


Fig. 4.7. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività di Lettura del Grafico-G1

La figura 4.7 riguarda la lettura di un grafico (G1), sempre relativa alla prima attività (riguardante il consumo del Suolo) condotta nei due Ambiti. Il campione dell'Ambito 1 presenta tutti e tre i livelli di padronanza con il dato più rappresentativo del livello *Intermedio*, che arriva al 49%, mentre un dato significativo è la comparsa del livello *Elaborato*. Il campione dell'Ambito 2, nonostante la guida del docente, non presenta il livello *Elaborato* ma la maggior parte degli alunni raggiunge un livello *Intermedio* (80%). Anche per questa attività il livello *Mancante* è assente.

Nella figura 4.8 il grafico mostra i dati relativi alla seconda attività (riguardante la Raccolta differenziata), ed in particolare alla lettura del testo (L2). Nell'Ambito 1 il livello *Elaborato* si attesta al 27% mentre è assente nell'Ambito 2. Altresì un dato importante da evidenziare è la presenza del livello *Mancante* in entrambi gli Ambiti.

La figura 4.9 riguarda la lettura di un grafico (G2) della seconda attività (riguardante la Raccolta Differenziata) condotta nei due Ambiti. Il livello *Elaborato* si attesta al 27% e al 22% rispettivamente nell'Ambito 1 e nell'Ambito 2. Il livello *Mancante* si presenta con un valore di 40% solo nell'Ambito 1.

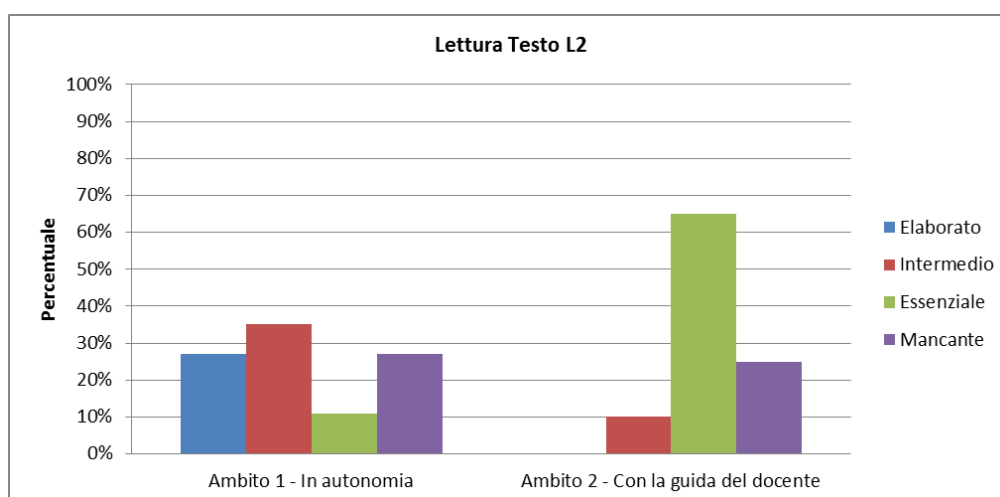


Fig. 4.8. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività di Lettura del Testo-L2

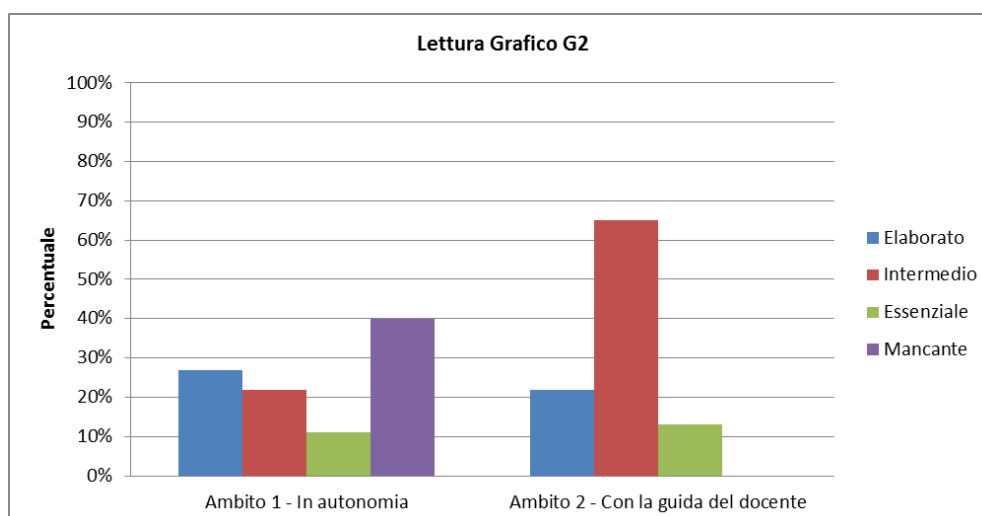


Fig. 4.9. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività di Lettura del Grafico-G2

In figura 4.10 sono presentati i risultati dell'attività pratica (P3, riguardante l'Estrazione mineraria). Nell'Ambito 1 i livelli di prestazione si attestano solo sui livelli *Intermedio* ed *Essenziale*, mentre nell'Ambito 2 il 13% degli alunni raggiunge il livello *Elaborato*. È invece rilevante l'assenza del livello *Mancante* in entrambi gli Ambiti.

Nell'ultima attività pratica (P4, riguardante il Riuso e riciclo), come mostra la figura 4.11, in entrambi gli Ambiti compare il livello *Elaborato*, anche se con percentuali diverse, rispettivamente 11% e 78%, ed è assente il livello *Essenziale*; solo nell'Ambito 1 è presente il livello *Mancante*.

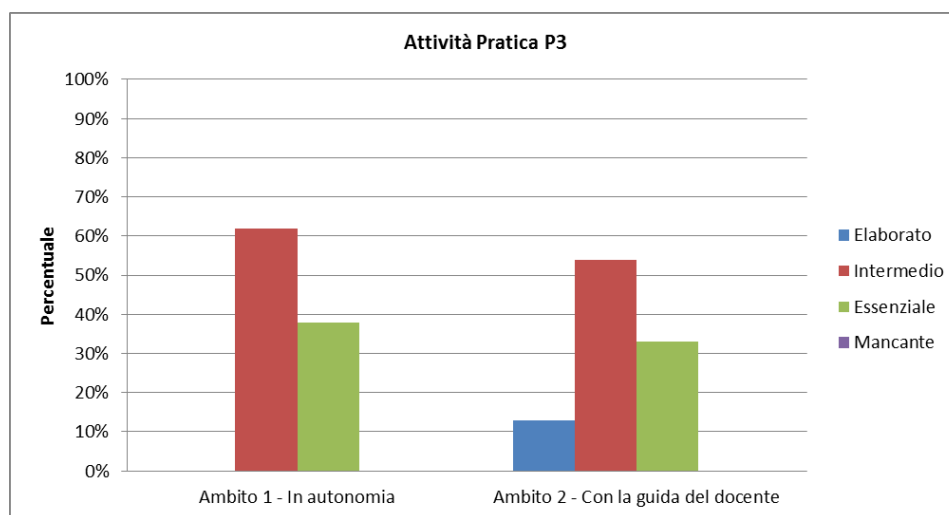


Fig. 4.10. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività Pratica-P3

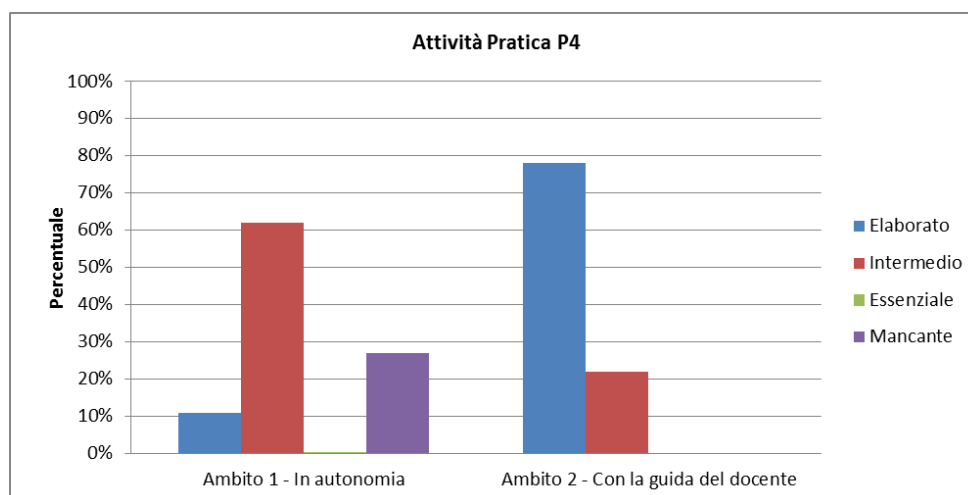


Fig. 4.11. Confronto tra Ambiti nel livello di padronanza dell'attività Pratica-P4

4.3.2. Analisi dei risultati delle quattro attività per ogni classe

Come sostenuto nel capitolo 3.3, quello che ci si aspetta da questa sperimentazione è individuare quali, tra le modalità proposte (lettura di un testo - lettura di un grafico - attività pratica), permetta agli alunni di individuare e giustificare la relazione tra variabili ambientali in maniera esaustiva. I risultati presentati

in questa sede sono quelli ottenuti da tutte e quattro le attività di ciascuna classe all'interno del proprio ambito.

La figura 4.12 mostra l'evoluzione della classe AT nel corso delle quattro attività. Si evince che nella prima attività (L1-G1) gli alunni raggiungono livelli di padronanza diversificati: infatti mentre in L1 l'intera classe raggiunge un livello *Essenziale*, in G1 compaiono anche i livelli *Elaborato* ed *Intermedio*.

Nella seconda attività in L2 è presente il livello *Essenziale* ed è assente il livello *Elaborato*; di contro in G2 è assente il livello *Essenziale* ed è presente quello *Elaborato*. Un dato su cui riflettere è la presenza, sia in L2 che in G2, del livello *Mancante*, che supera il 50% in questa classe.

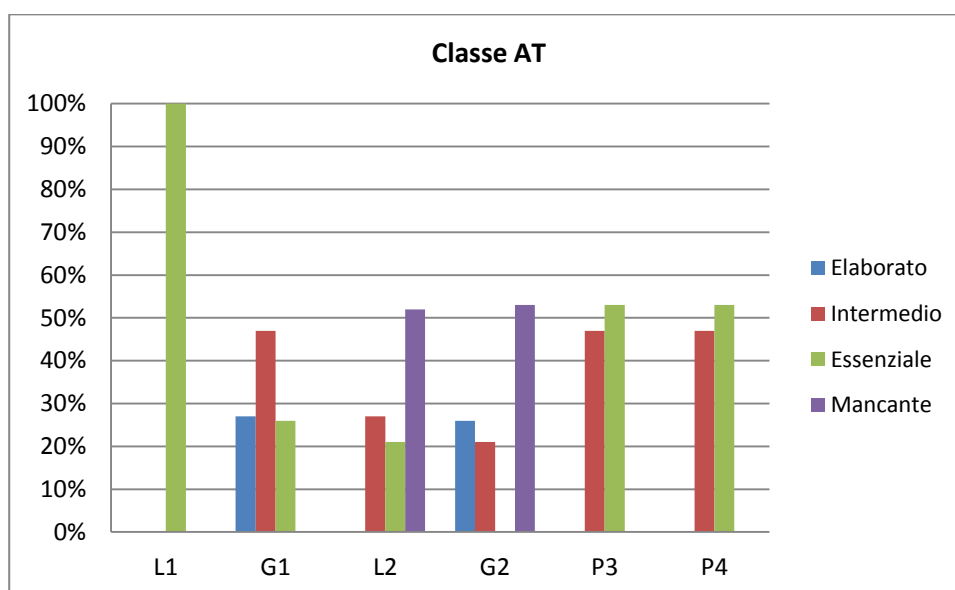


Fig. 4.12. Livelli raggiunti dalla classe AT in tutte e quattro le attività (Ambito 1-in autonomia)

La classe BT ha raggiunto livelli di padronanza *Elaborato* nella seconda (L2-G2) e nella quarta attività (P4). Seppur con percentuali diverse il livello *Intermedio* viene raggiunto dagli alunni in tutte e quattro le attività, il livello *Mancante* invece è presente soltanto in G2 (Fig. 4.13).

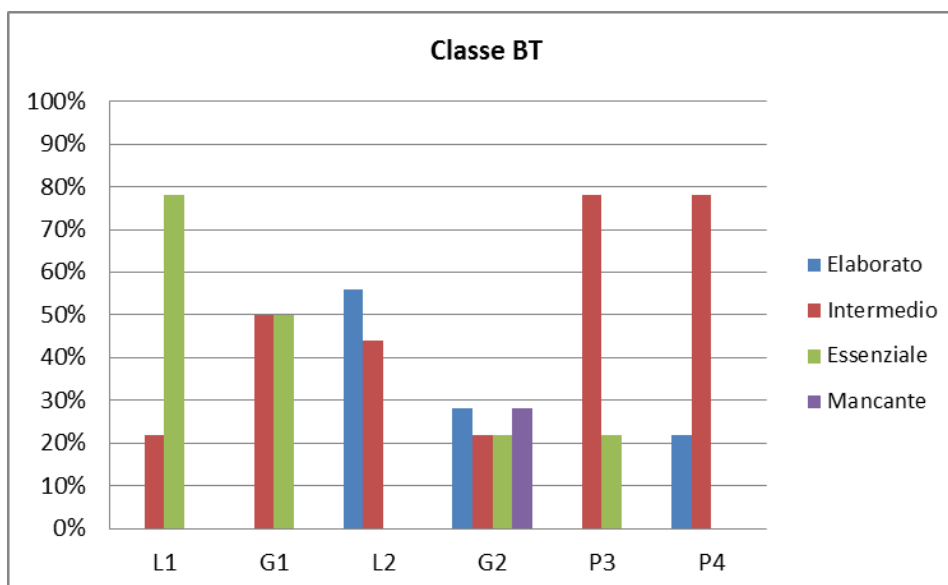


Fig. 4.13. Livelli raggiunti dalla classe BT in tutte e quattro le attività (Ambito 1-in autonomia)

La figura 4.14 illustra il percorso della classe CT. Si evidenzia la presenza generale dei livelli *Intermedio* ed *Essenziale* nelle attività di lettura (L1-G1-L2-G2) e la comparsa del livello *Elaborato* solo nelle due attività pratiche (P3-P4). Il livello *Mancante* è assente in tutto il percorso della classe.

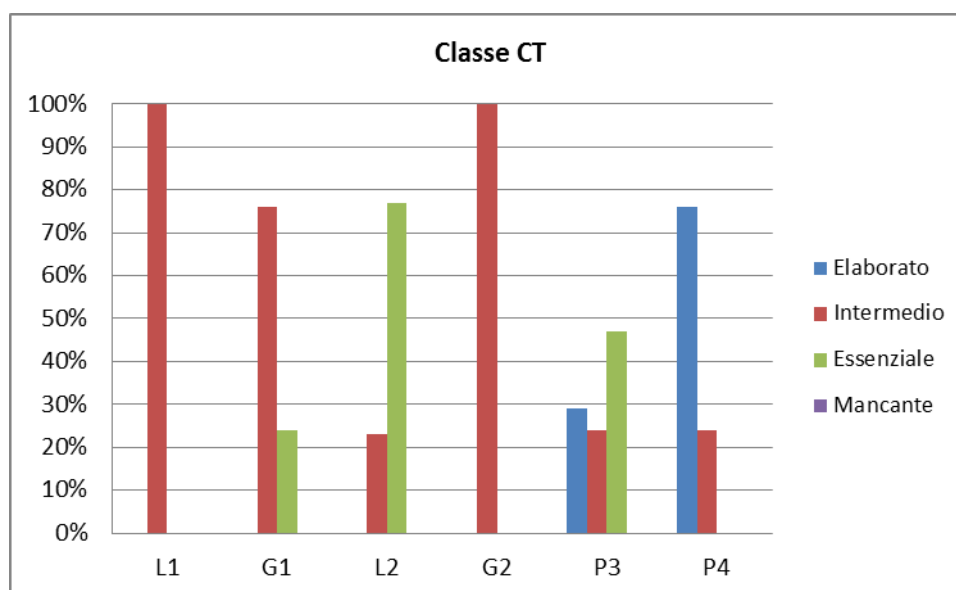


Fig. 4.14. Livelli raggiunti dalla classe CT in tutte e quattro le attività (Ambito 2-con guida del docente)

La classe EP (Fig. 4.15) nella prima attività (L1-G1) raggiunge principalmente i livelli *Intermedio* ed *Essenziale*; il livello *Elaborato* viene raggiunto solo in L1 ed il livello *Mancante* è assente. Nell'attività 2 il dato più rilevante da sottolineare è in L2, dove i livelli raggiunti sono l'*Essenziale* (55%) e *Mancante* (45%) ed il livello *Elaborato* si attesta al 39% solo in G2, dove non compare il livello *Essenziale*, mentre rimane un 22% di alunni nel livello *Mancante*. Nelle attività P3 il livello *Intermedio* si attesta al 78% ed il restante 22% è rappresentato dal livello *Essenziale*. Le stesse percentuali si ripresentano in P4, però con livelli di padronanza superiori, e rispettivamente *Elaborato* ed *Intermedio*.

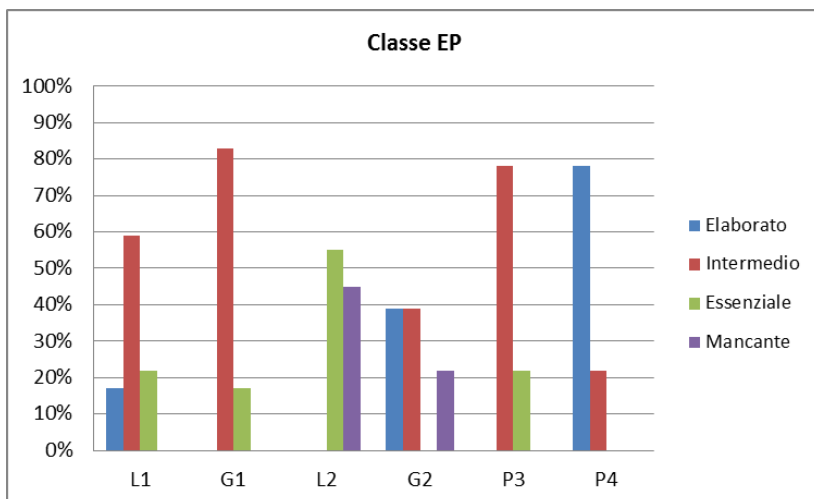


Fig. 4.15. Livelli raggiunti dalla classe EP in tutte e quattro le attività (Ambito 2-con guida del docente)

4.3.3. Risultati relativi all'evoluzione del concetto di Sviluppo Sostenibile e al Traguardo di Competenza (Blocchi DUE e TRE)

Sia l'attività del blocco DUE che quella del blocco TRE sono state pensate per valutare anche l'evoluzione della conoscenza del concetto di Sviluppo Sostenibile prima e dopo aver svolto l'attività. Poiché nel blocco DUE la sperimentazione si è protratta per 4 incontri, oltre a quanto detto è stato rilevato anche il Traguardo di Competenza ambientale (cfr. Par. 3.3.2).

Di seguito viene presentata l'evoluzione del concetto di Sviluppo Sostenibile di ciascuna classe.

La figura 4.16 mostra che, prima della sperimentazione, si è presentata una maggiore percentuale di risposte di livello *Essenziale* (oltre il 60%), che invece scende al di sotto del 40% dopo l'attività, seguito dall'aumento del livello *Intermedio* (37%) e dalla comparsa del livello *Elaborato*. Il livello *Mancante* passa da un 26% al 21%.

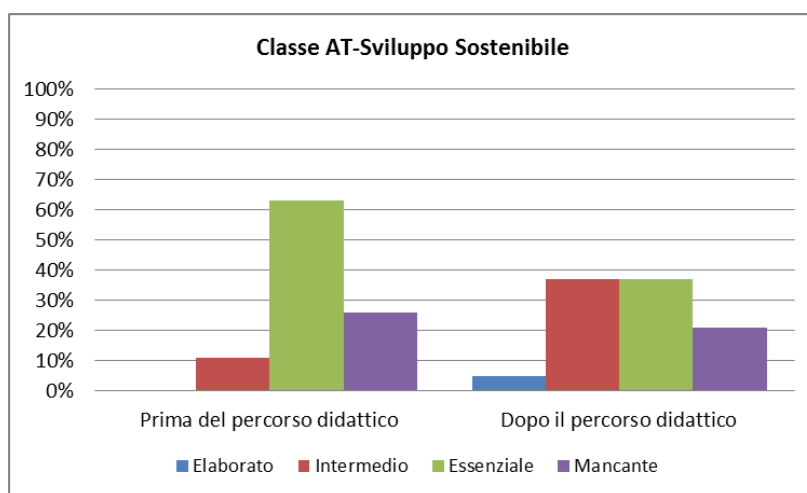


Fig. 4.16. Livelli raggiunti dalla classe AT per la definizione dello Sviluppo Sostenibile

La classe BT (Fig. 4.17) presenta un miglioramento, con la comparsa del livello *Intermedio* dopo l'attività, la diminuzione del livello *Essenziale*, ed il calo del livello *Mancante* (dal 33% scende al 16%). Il livello *Elaborato* è ancora assente dopo l'attività.

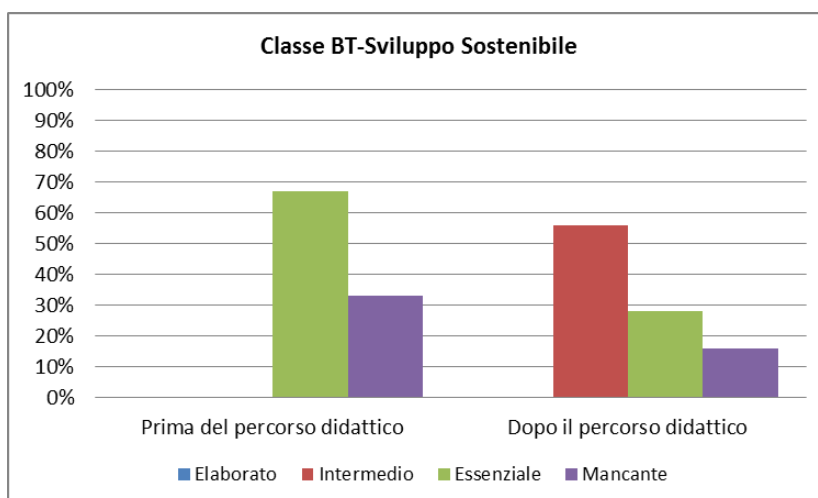


Fig. 4.17. Livelli raggiunti dalla classe BT per la definizione dello Sviluppo Sostenibile

La figura 4.18 riguarda la classe CT. Prima dell'attività è da notare, oltre all'assenza del livello *Elaborato*, anche la forte presenza di risposte di livello *Mancante* (65%, percentuale più alta tra tutte le classi). Dopo l'attività si registra la comparsa del livello *Elaborato* ed un aumento dei livelli *Essenziale* ed *Intermedio*, in concomitanza con una diminuzione importante del livello *Mancante* (12%).

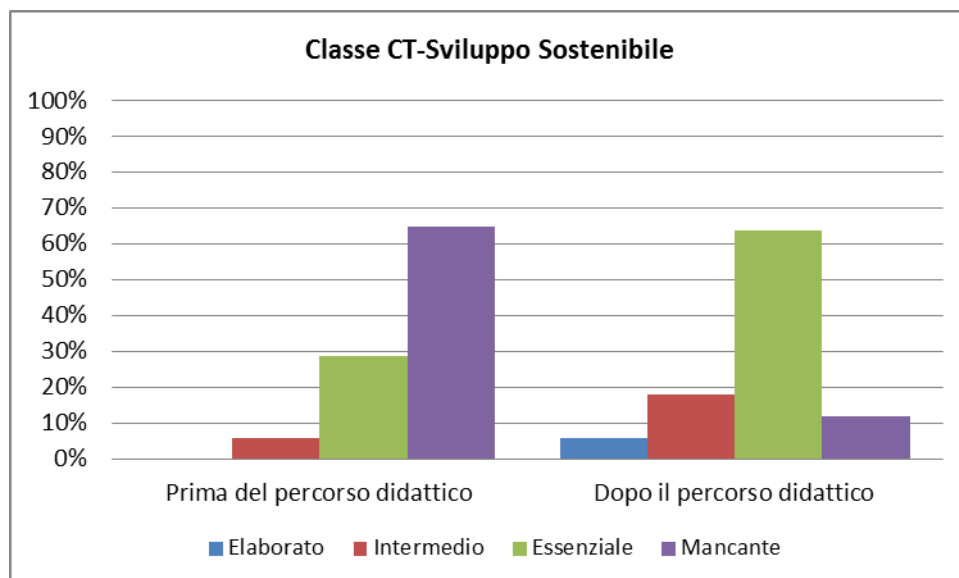


Fig. 4.18. Livelli raggiunti dalla classe CT per la definizione dello Sviluppo Sostenibile

Anche la classe EP (Fig. 4.19) mostra un andamento simile a quello della classe CT: prima dell'attività il livello *Elaborato* non è presente, è preponderante invece quello *Mancante* (52%). Dopo l'attività, il livello *Elaborato* continua ad essere assente, ma si registra un aumento dei livelli *Intermedio* (33%) ed *Essenziale* (48%) ed una diminuzione del livello *Mancante* (17%).

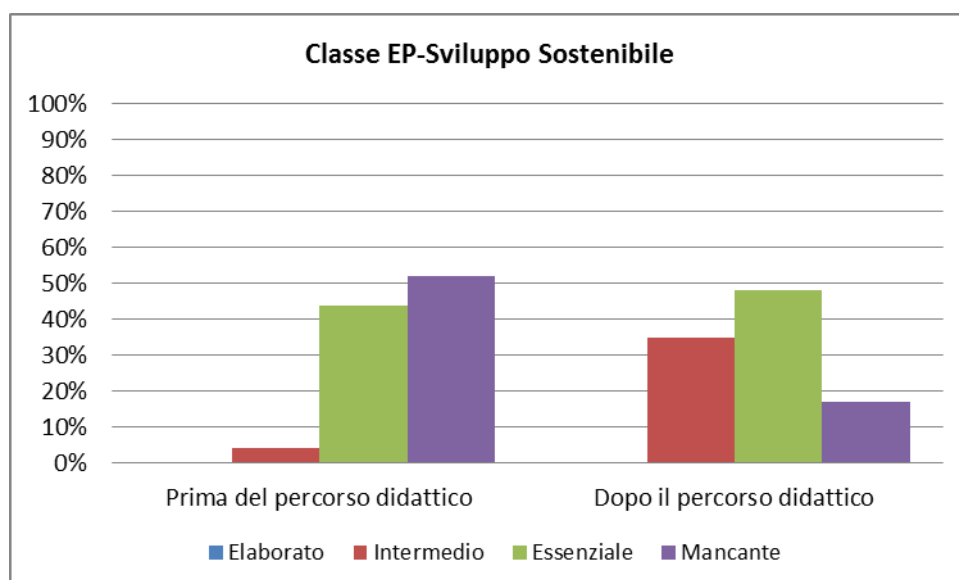


Fig. 4.19. Livelli raggiunti dalla classe EP per la definizione dello Sviluppo Sostenibile

La figura 4.20 mostra i livelli raggiunti dalla classe EC per la definizione dello Sviluppo Sostenibile. Prima dell'attività il livello *Elaborato* è assente ed i valori dei livelli *Intermedio*, *Essenziale* e *Mancante* sono

rispettivamente di 24%, 35%, e 41%. Dopo l'attività le percentuali, dal livello *Elaborato* a quello *Mancante*, sono rispettivamente 6%, 40%, 25% e 29%.

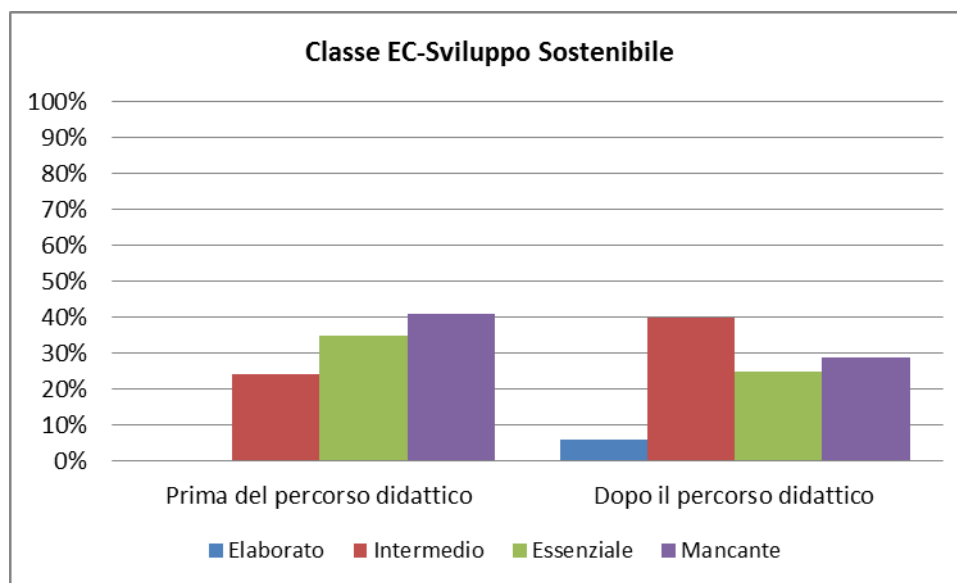


Fig. 4.20. Livelli raggiunti dalla classe EC per la definizione dello Sviluppo Sostenibile

Per rilevare il Traguardo di Competenza, prefissato tra gli obiettivi da raggiungere, agli alunni è stato chiesto di immedesimarsi nel sindaco della propria città e proporre delle azioni per realizzare, a livello locale e/o globale, uno Sviluppo Sostenibile. Per valutare le risposte aperte prodotte dagli alunni sono state utilizzate rubriche, come spiegato in dettaglio nel capitolo 3.4. A titolo di esempio si riportano alcune risposte degli alunni: *“Istituirei nei supermercati una zona bio e a km zero, impedirei il disboscamento e farei aprire un mercato con prodotti da riusare o riciclati per risparmiare sia soldi, sia materiali sia risorse”* - 1AT₅; *“Farei mettere delle macchine nei supermercati e nei bar che portando i rifiuti (lattine, bottiglie di plastica) e buttandoli in questa macchina in cambio danno dei soldi e darei l’ordine di costruire delle case dove già ce n’è una”* - 3AT₁; *“Proporrei ai cittadini di creare una campagna per sostenere il riciclaggio dei rifiuti per far sì che tutti facciano la raccolta differenziata in modo corretto e aprirei un centro di raccolta degli oggetti usati per farli utilizzare ad altri che ne hanno bisogno”* - 1BT₂; *“Metterei una tassa sugli sprechi, e spiegherei ai cittadini l’importanza della raccolta differenziata e dello sviluppo sostenibile”* - 2CT₄; *“Sostituirei tutta la plastica con la plastica naturale, farei dei parcheggi con la ricarica per le macchine elettriche in modo da eliminare quelle a benzina, farei un rubinetto speciale per ridurre lo spreco di acqua”* - 1EP₃.

La figura 4.21 mostra i livelli del Traguardo di Competenza raggiunti dalle quattro classi coinvolte nelle attività del blocco DUE. Si può notare che in nessuna classe è presente il livello *Mancante*, tutti gli alunni hanno risposto alla domanda individuale, anche se con diversi livelli. Il livello *Intermedio* è quello preponderante in tutte e quattro le classi (AT=84%, BT=72%, CT=76% e EP=57%) ed in tutte e quattro compare il livello *Elaborato*, anche se con diverse percentuali (AT=11% BT=17% CT=6% e EP=13%).

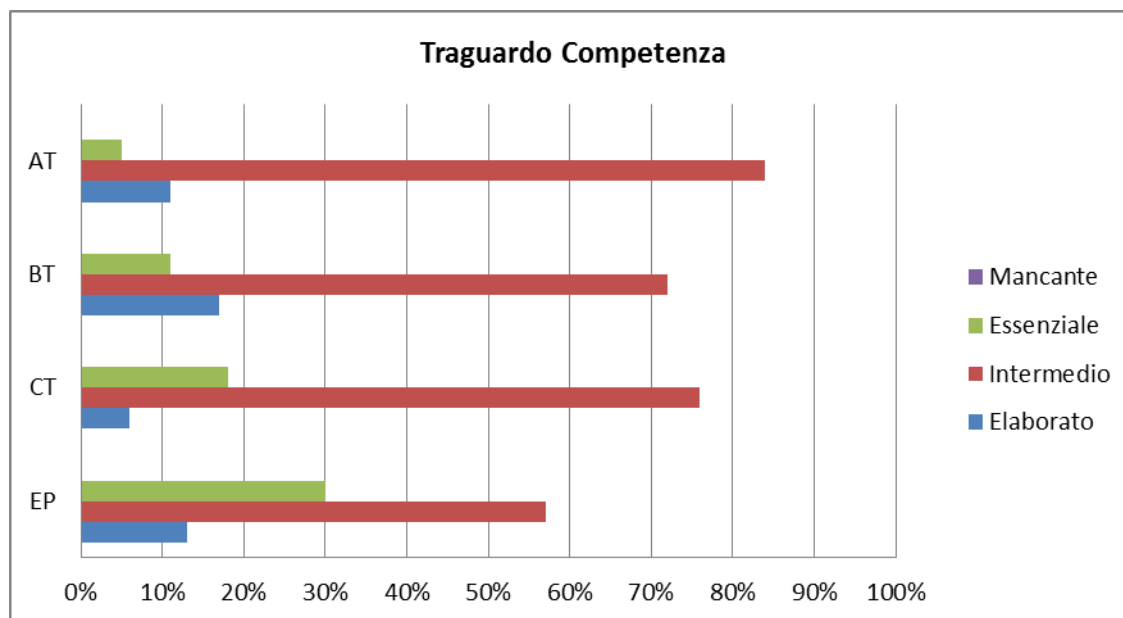


Fig. 4.21. Traguardo di Competenza raggiunto dalle quattro classi coinvolte nel blocco DUE.

4.3.4. Relazioni degli alunni del compito di realtà

La sperimentazione è stata infine corredata da un Compito di Realtà, e cioè la realizzazione di manufatti con oggetti altrimenti destinati ai rifiuti. A seguito di questa attività agli alunni è stata richiesta una relazione guidata da un questionario predisposto dall'insegnante di Tecnologia.

In questa sede verranno presentati soltanto i risultati, a seguito dell'analisi delle relazioni degli alunni, afferenti alle Azioni per lo Sviluppo Sostenibile (Rapporto ASviS, 2018), evidenziati in rosso in figura 4.22.a, con i relativi Indicatori in figura 4.22b (cfr. Cap 3.3.3) .

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
CC	54	60	37	34	16	20	8	15	0	9
CP1	11	14	0							
CP2	6	5	9							
AS1	11	6	21	12						
AS2	31									
AS3	44									
AS4	7	3								
VA1	2	5	5							
VA2	54	23	14							
VA3	8	57	13							

Fig. 4.22.a.

2-AZIONI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Ridurre-AS1

- (a) Andare a piedi o in bici, utilizzare i mezzi pubblici
- (b) Utilizzo di cibo senza imballaggi, di stagione e a Km 0
- (c) Controllo delle proprie abitudini per diminuire lo spreco di risorse
- (d) Fare attenzione a quello che si compra e a quanto si compra

Riusare-AS2

- (a) Riusare prima di gettare via un oggetto

Riciclare-AS3

- (a) Migliorare la raccolta differenziata

Risvolto Sociale-AS4

- (a) Sensibilizzare le persone nei confronti del discorso sul riciclo, riuso e della raccolta differenziata
- (b) Sensibilizzare i cittadini sull'importanza di mettere i pannelli solari sui tetti e non nel suolo

Fig. 4.22.b

Fig. 4.22.a-b. Porzione di matrice Excel ed indicatori utilizzati per l'analisi delle relazioni

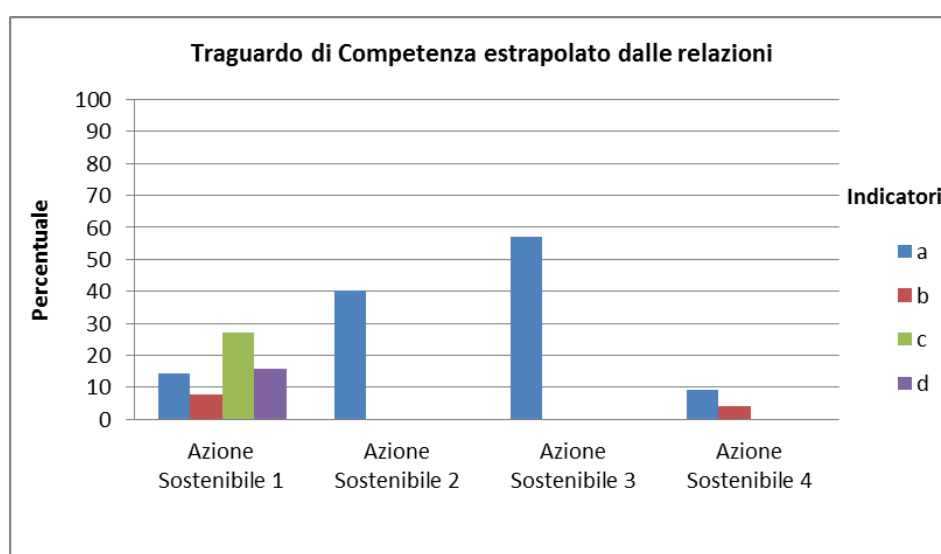


Fig. 4.23. Traguardo di competenza: gli indicatori si riferiscono alle lettere in figura 4.22.b

Per quanto riguarda l’Azione Sostenibile 1, figura 4.23, riconducibile al concetto di *Ridurre*, gli alunni hanno presentato proposte più eterogenee e variegate rispetto alle altre tre azioni. L’idea di Riduzione che passa dall’analisi delle relazioni, è un’idea ampia che va dalla riduzione dei consumi, alla riduzione degli sprechi fino all’attenzione per la filiera di qualità di ciò che si compra/consuma (filiera corta, stagionalità di frutta e verdura, etc.). Le risposte degli alunni sono più generiche ed omogenee, invece, nei riguardi delle Azioni Sostenibili 2 e 3, afferenti ai concetti di *Riusare* e *Riciclare*, suggerendo soprattutto un’implementazione della raccolta differenziata. Il Risvolto Sociale dello Sviluppo Sostenibile, Azione 4, è stato invece colto da pochi alunni, infatti meno del 10% delle relazioni, per entrambi gli indicatori a e b, ne fa cenno. Questo può essere ascrivibile al fatto che il risvolto sociale dello Sviluppo Sostenibile è un concetto complesso e lontano da quanto esperito quotidianamente dagli alunni, al contrario dei concetti di Riuso e Riciclo più vicini alla loro vita di tutti i giorni.

4.4. RISULTATI OTTENUTI DALL’ANALISI QUANTITATIVA DELLE ATTIVITÀ DEGLI ALUNNI

Per effettuare l’analisi quantitativa sono stati utilizzati i dati estrapolati dalle schede delle attività svolte e dalle schede di rilevazione dell’atteggiamento degli alunni compilate dagli insegnanti, come segue:

- i risultati della compilazione, da parte degli insegnanti di classe, dell’Appendice 23 relativa alla partecipazione, all’attenzione ed alla pertinenza degli interventi effettuati dagli alunni durante le varie attività;
- il questionario di riflessione sull’attività compilato da ogni alunno;
- i livelli di prestazione, riguardanti lo Sviluppo Sostenibile, raggiunti dagli alunni in base al genere

4.4.1. Risultati dell’interesse, partecipazione ed interventi appropriati

Come spiegato nel paragrafo 3.4.1, gli insegnanti delle classi coinvolte hanno compilato la tabella relativa alla partecipazione, all’attenzione ed alla pertinenza degli interventi effettuati dagli alunni durante le varie attività. In tutte e quattro le attività è stata riscontrata una variazione positiva (aumento) degli indicatori considerati. Il grafico in figura 4.24 riporta i tre indicatori poc’anzi menzionati e la percentuale degli alunni in cui è stato rilevato tale aumento nel corso delle 4 attività. Da notare come per l’attività 3, (attività di laboratorio ed hands-on) tutti e tre gli indicatori aumentino in misura maggiore che nelle altre attività. L’attività 3 dunque, ossia la prima attività pratica in cui gli alunni sono stati coinvolti (in verde nel grafico), è quella che ha riscosso maggior successo in termini di partecipazione, attenzione e numero di interventi appropriati.

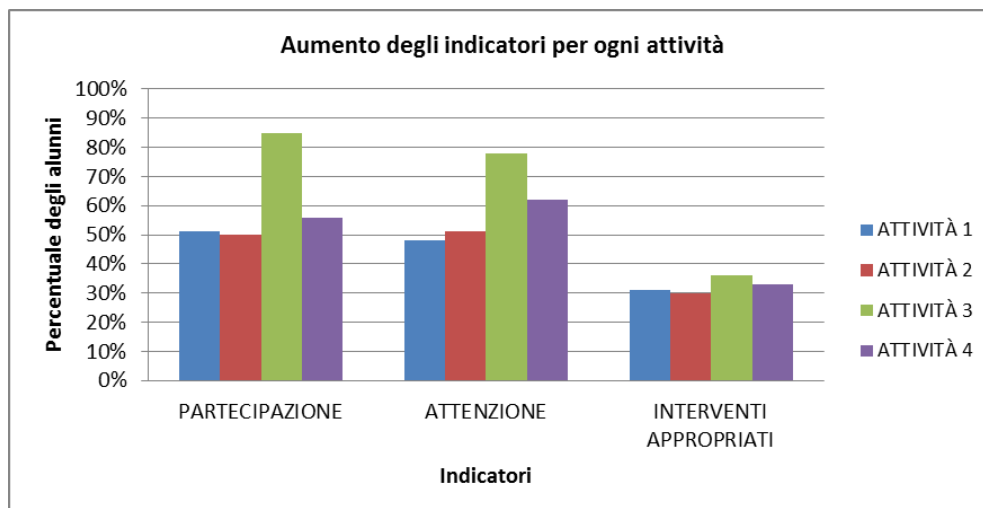


Fig. 4.24. Percentuale di alunni in cui si è rilevato un aumento nella partecipazione, attenzione e pertinenza degli interventi effettuati durante le attività- blocco DUE

4.4.2. Risultati del questionario di riflessione sull'attività

Qui sono state considerate soltanto alcune voci del questionario di riflessione sull'attività, per rilevare il gradimento e lo stato d'animo degli alunni durante la stessa (Appendice 18). Le voci considerate sono state quelle ritenute più significative ai fini della ricerca, ossia quelle legate al benessere emotivo dell'alunno durante lo svolgimento della sperimentazione e quelle connesse con la consapevolezza del miglioramento delle proprie conoscenze e competenze che afferisce all'ambito cognitivo della ricerca.

Il lavoro svolto ha soddisfatto la quasi totalità degli alunni (94%) anche se un 6% è poco/per niente d'accordo con l'affermazione del questionario (Fig. 4.25). Questo dato fa riflettere sull'importanza della diversificazione delle attività proposte, che cercano di soddisfare gli stili di apprendimento di tutti gli alunni, e sull'importanza del lavoro sviluppato in gruppo, in cui gli alunni sono stati protagonisti del proprio apprendimento.

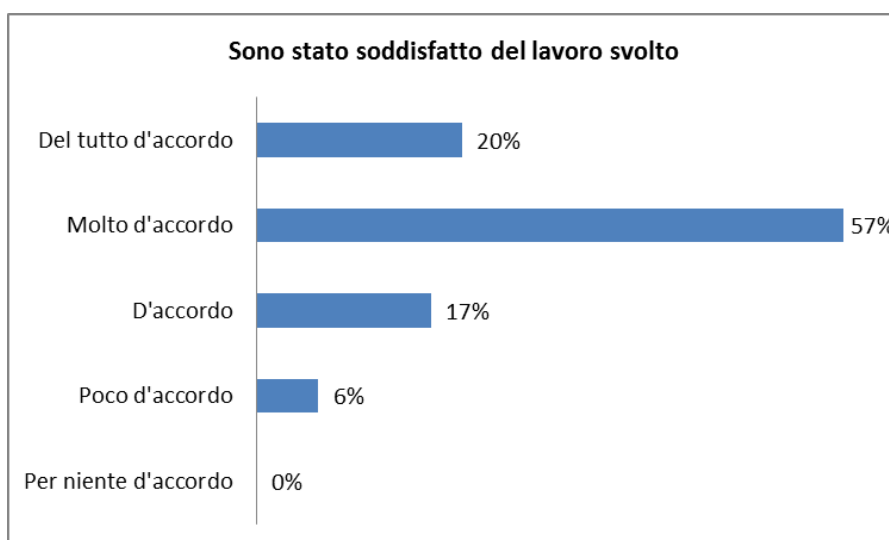


Fig. 4.25. Grafico relativo all'affermazione "Sono stato soddisfatto del lavoro svolto" (percentuale risposte)

La figura 4.27, unitamente alle figure 4.25 e 4.26, evidenzia come un'attività pratica, presentata come investigazione, stimoli la curiosità degli alunni e che, anche grazie alla guida del docente, essa veicoli meglio nuovi concetti e ne favorisca l'apprendimento. In questo tipo di attività infatti si abbandona la riproduzione di quanto già conosciuto per far spazio alla ricostruzione e alla reinvenzione delle conoscenze (Frabboni, 2004).

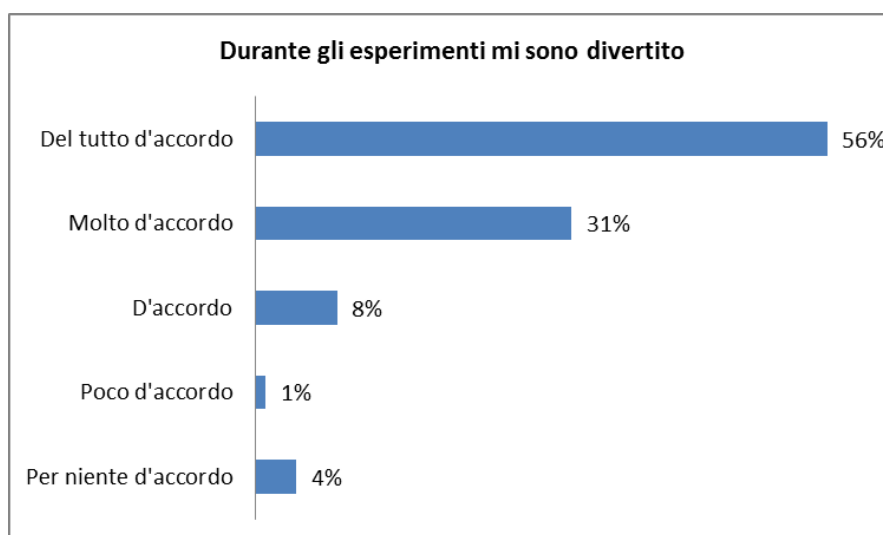


Fig. 4.26. Grafico relativo all'affermazione "Durante gli esperimenti mi sono divertito" (percentuale risposte)

La figura 4.27, inoltre, mostra come la maggior parte degli alunni (97%) ritenga di aver imparato nuovi concetti, anche se con gradi diversi di accordo rispetto a tale affermazione. Quando gli alunni vengono emotivamente coinvolti e direttamente interessati da tematiche che a primo impatto possono sembrare distanti, ma in realtà fanno parte della loro quotidianità, i concetti vengono veicolati più rapidamente e vengono assimilati, sedimentandosi nei nodi profondi delle loro preconoscenze (Piaget, 1961).

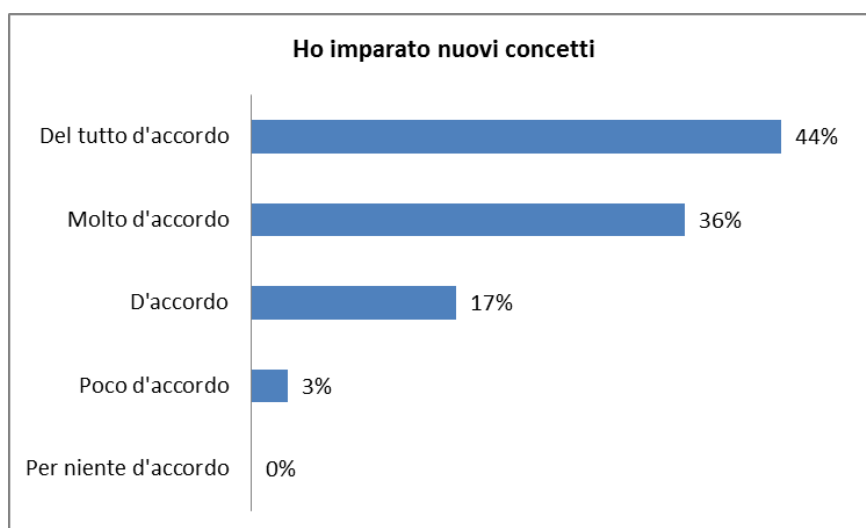


Fig. 4.27. Grafico relativo all'affermazione "Ho imparato nuovi concetti" (percentuale risposte)

La figura 4.28 mostra come la maggior parte degli alunni ritenga che le schede operative fornite durante le attività siano state utili, con una minima parte di alunni contrari. Questo dato rivela l'importanza di predisporre delle schede tecniche operative che fungano da guida agli alunni nello svolgimento di attività che esulano dalla solita lezione frontale: all'insegnante, quindi, deve essere garantito e

ricosciuto del tempo non solo per la formazione, ma anche per la progettazione e preparazione dei materiali didattici necessari.

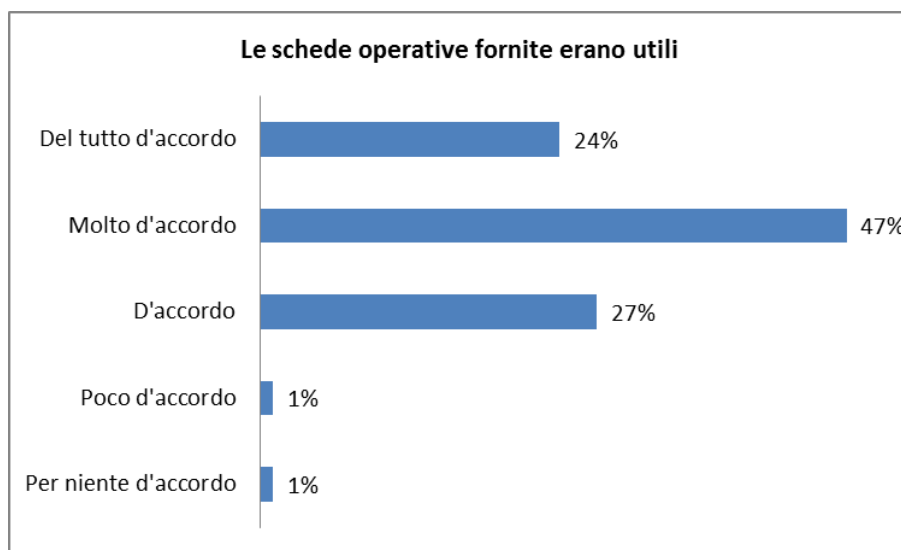


Fig. 4.28. Grafico relativo all'affermazione "Le schede operative fornite erano utili" (percentuale risposte)

4.4.3. Risultati divisi per genere del Traguardo di Competenza e del concetto di Sviluppo Sostenibile

Il Traguardo di Competenza consiste in azioni che gli alunni devono proporre per realizzare, a livello locale e/o globale, uno Sviluppo Sostenibile, ed è dunque stato estrapolato dalla richiesta presente alla fine del questionario di riflessione sull'attività rivolto agli alunni. La richiesta è stata: *"Immagina di essere il Sindaco della tua città: quali sono la/le azione/i che proporresti per realizzare uno Sviluppo Sostenibile?"* (Appendice 18). Tale questionario è stato sottoposto solamente agli alunni del blocco DUE. La composizione di genere delle classi coinvolte è mostrato dalla figura 4.29. I maschi (45) rappresentano il 58% del campione mentre le femmine (32) rappresentano il 42%. Il totale del campione analizzato è composto da 77 studenti.

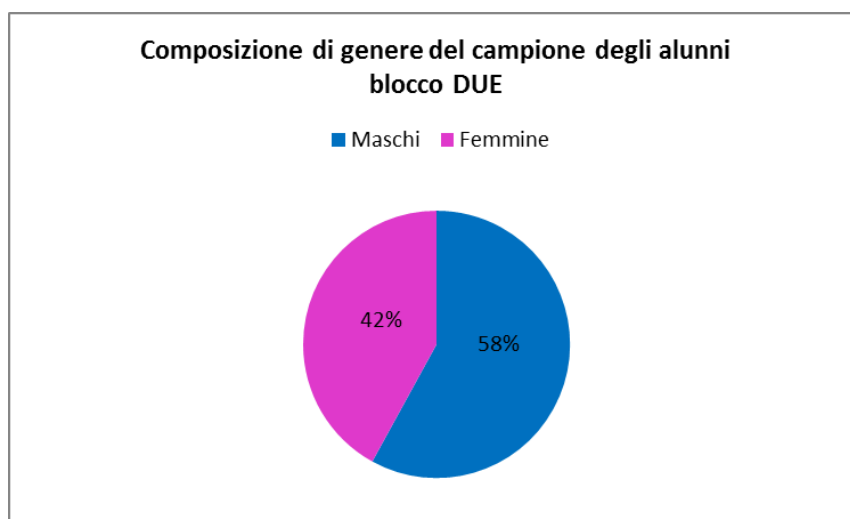


Fig. 4.29. Percentuali di maschi e femmine nel Blocco DUE della sperimentazione

La figura 4.30 mostra i livelli di padronanza raggiunti dagli alunni, suddivisi per genere, per il Traguardo di Competenza. Il livello *Elaborato* è stato raggiunto in maniera più marcata dalle femmine (25% rispetto al 2%); nel livello *Intermedio* i maschi superano di 26 punti in percentuale le femmine, mentre nel livello *Essenziale* le percentuali sono rispettivamente del 16% e del 19%. Le risposte di livello *Mancante* sono assenti per ambo i sessi.

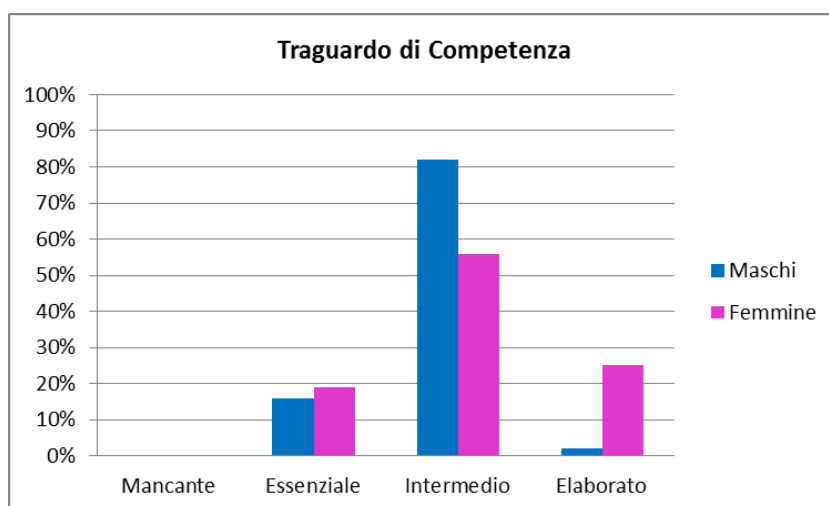


Fig. 4.30. Livelli di padronanza del Traguardo di Competenza-Blocco DUE per genere

L'evoluzione del concetto di Sviluppo Sostenibile è stata verificata attraverso l'analisi delle risposte elaborate dagli alunni, sia del blocco DUE che del blocco TRE, nei questionari somministrati prima e dopo l'attività (Appendice 16 e 17). In particolare sono state prese in considerazione le risposte alle seguenti domande: *"Secondo te le abitudini quotidiane hanno a che fare con la salvaguardia del pianeta Terra? In che modo?"* e *"Che cos'è secondo te lo sviluppo sostenibile?"*.

La composizione di genere delle classi dei blocchi DUE e TRE è mostrato dalla figura 4.31. I maschi (59) rappresentano il 63% del campione mentre le femmine (35) rappresentano il 37%. Il totale del campione analizzato è dunque composto da 94 studenti.

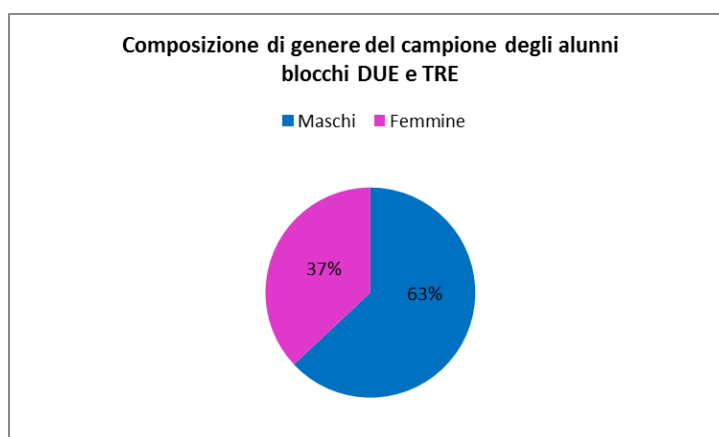


Fig. 4.31. Percentuali di maschi e femmine nel Blocco DUE e TRE della sperimentazione

Nei grafici di seguito, figure 4.32 (a-b), sono stati elaborati i livelli di prestazione raggiunti dagli alunni prima e dopo l'attività sperimentale.

Prima dell'attività il livello *Elaborato* è assente per ambo i sessi; nel livello *Intermedio* i maschi superano di 3 punti in percentuale le femmine, mentre nel livello *Essenziale* le percentuali sono rispettivamente del 57% tra le femmine e del 42% tra i maschi; si ha quindi una differenza percentuale del 15%. Le risposte di livello *Mancante* sono elevate per ambo i sessi: 47% per i maschi e 35% per le femmine. Dopo l'attività si registra un passaggio verso i livelli più alti di prestazione sia per i maschi che per le femmine. Anche se il livello *Elaborato* viene raggiunto da una bassa percentuale di alunni, 6% di maschi e 4% di femmine, il livello *Intermedio* sale al 31% per i maschi e al 48% per le femmine. Parimenti sale il livello *Essenziale*, rispettivamente 42% e 40% e, nel livello *Mancante* i maschi superano le femmine di 13 punti percentuali.

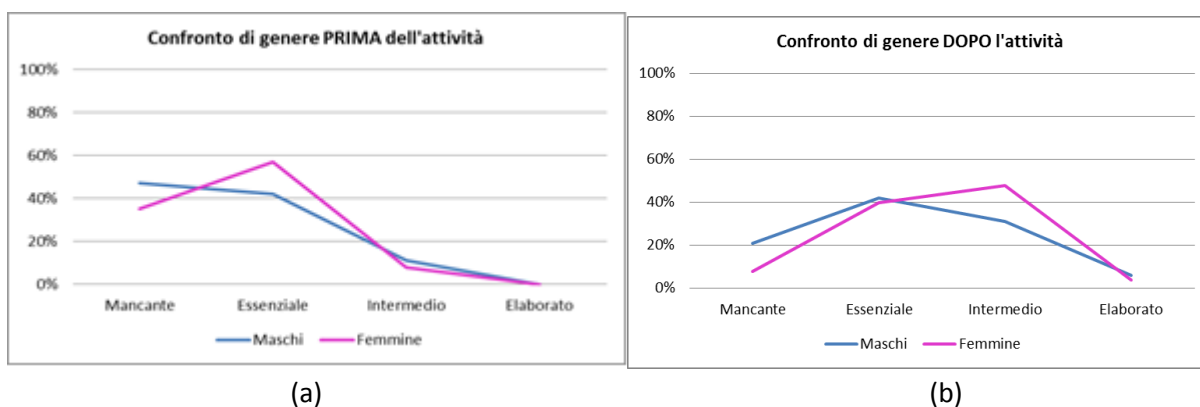


Fig. 4.32.a-b. Livelli di padronanza per la definizione di Sviluppo Sostenibile prima dell'attività per genere

CAPITOLO 5 – DISCUSSIONE

L'obiettivo di questa ricerca è di verificare se e come l'abilità dei discenti di identificare relazioni tra variabili in ambito ambientale e di giustificarle (partendo da temi legati alle georisorse quali suolo, riciclo dei rifiuti, risorse minerarie e loro sfruttamento) e contemporaneamente valutare l'efficacia delle attività proposte con l'approccio IBSE, nell'acquisizione di concetti e competenze inerenti allo Sviluppo Sostenibile. In questa sede, pertanto, verranno discussi i risultati, relativi a tale obiettivo, per tutte e quattro le attività del Blocco DUE. Il Blocco DUE è composto da 2 momenti individuali, per valutare l'evoluzione della conoscenza riguardo allo Sviluppo Sostenibile, e da 4 attività di gruppo strutturate per raggiungere l'obiettivo appena enunciato. Sono state utilizzate rubriche valutative per assegnare agli elaborati degli alunni, cioè alle risposte a domande aperte, il grado di completezza, precisione e pertinenza. Il blocco DUE è suddiviso in due Ambiti: l'unica discriminante tra le classi afferenti all'Ambito 1 e quelle all'Ambito 2 consiste nell'intervento-guida del docente nei momenti di difficoltà o dubbio manifestati dagli alunni (tabelle 5.1 e 5.2). Come già sostenuto nel capitolo 3.3, la differenziazione tra Ambito 1 e 2 è stata strutturata con lo scopo di verificare il peso del ruolo-guida dell'insegnante per raggiungere l'obiettivo, in particolare nella fascia d'età degli alunni coinvolti. Le tabelle 5.1 e 5.2 vengono riproposte come sinossi della strutturazione nei due distinti Ambiti.

Inoltre, per fornire un quadro completo della situazione di ogni alunno, la discussione avverrà sia per i risultati qualitativi che per quelli quantitativi relativi anche alla definizione di Sviluppo Sostenibile, che coinvolge pure gli alunni del Blocco TRE (cfr. Cap. 5.2). Verrà dunque messa in evidenza l'efficacia dell'approccio IBSE, non solo per l'acquisizione di specifiche competenze disciplinari, ma anche per lo sviluppo di competenze sociali. Oltre a ciò si sottolineerà come le Geoscienze rappresentino un modo di affrontare con gli alunni la complessità della natura e dell'ambiente, ma anche per veicolare più efficacemente gli argomenti proposti nell'ambito dell'insegnamento dell'Educazione Ambientale. Le attività, seppur diversificate, sono state strutturate per raccogliere dati specifici: da essi sono stati ricavati risultati che corroborano gli obiettivi di partenza.

Le quattro classi terze (n=77) afferenti al Blocco DUE fanno parte dell'IC "E. Paladini" di Treia, mentre quella del Blocco TRE appartiene all'IC "U. Bassi" di Civitanova (n=17). Durante le quattro attività sono state appositamente adottate delle metodologie diversificate per venire incontro ai vari stili di apprendimento presenti in ogni classe. Infatti, seppure le classi erano omogenee dal punto di vista del rendimento, come evidenziato dai docenti di classe, comunque i risultati mostrano che ogni alunno o gruppo di alunni ha il proprio stile di apprendimento e la propria attività preferita. Per questo è opportuno predisporre diversi tipi di attività per includere il ventaglio dei diversi stili di apprendimento e per far emergere le abilità latenti in ciascun alunno, anche in quelli meno propensi allo studio mnemonico, favorendo quindi un miglioramento dell'autostima degli stessi.

I dati raccolti dai questionari somministrati durante i seminari tenuti per gli insegnanti, saranno poi discussi di seguito come considerazioni a latere della ricerca (Cap 5.2).

QUADRO SINOTTICO DELLA SPERIMENTAZIONE				
A M B I T O	TEMA	OBIETTIVO DIDATTICO	ATTIVITÀ REALIZZATA	PROCEDURA NELLA SEQUENZA
1	Consumo di suolo (Prima attività)	Descrivere, Spiegare, Identificare e giustificare la relazione attraverso	Lettura di un testo - L ₁	I gruppi lavorano autonomamente. Se qualcuno fa domande la ricercatrice o l'insegnante lo invita a rileggere e a riflettere insieme agli altri componenti del gruppo, senza dare alcun suggerimento o porre alcuna domanda guida.
			Lettura di un grafico - G ₁	
	Grandezze, variabili e relazioni matematiche	Acquisire il lessico specifico	Scheda S ₂	
	Raccolta differenziata (Seconda attività)	Descrivere, Spiegare, Identificare e giustificare la relazione attraverso	Lettura di un testo - L ₂	
			Lettura di un grafico - G ₂	
	Estrazione mineraria (Terza attività)	Descrivere, Spiegare, Identificare e giustificare la relazione attraverso	Attività pratica – P ₃	
	Riuso e riciclo (Quarta attività)		Attività pratica – P ₄	

Tab. 5.1. Quadro sinottico delle attività nell'Ambito 1 - blocco DUE

QUADRO SINOTTICO DELLA SPERIMENTAZIONE				
A M B I T O	TEMA	OBIETTIVO DIDATTICO	ATTIVITÀ REALIZZATA	PROCEDURA NELLA SEQUENZA
2	Consumo di suolo (Prima attività)	Descrivere, Spiegare, Identificare e giustificare la relazione attraverso	Lettura di un testo - L ₁	La ricercatrice fa seguire agli alunni il questionario C.R.I.T.I.C. (S ₂) per le attività di lettura. Se qualcuno fa domande la ricercatrice invita tutta la classe a rispondere a tali domande ponendo domande stimolo e guidando gli alunni per la formulazione corretta delle risposte. La ricercatrice invita gli alunni a focalizzare l'attenzione su quali siano le variabili coinvolte nei grafici e nell'attività pratica.
			Lettura di un grafico - G ₁	
	Grandezze, variabili e relazioni matematiche	Acquisire il lessico specifico	Scheda S ₂	
	Raccolta differenziata (Seconda attività)	Descrivere, Spiegare, Identificare e giustificare la relazione attraverso	Lettura di un testo - L ₂	
			Lettura di un grafico - G ₂	
	Estrazione mineraria (Terza attività)	Descrivere, Spiegare, Identificare e giustificare la relazione attraverso	Attività pratica - P ₃	
	Riuso e riciclo (Quarta attività)		Attività pratica - P ₄	

Tab. 5.2. Quadro sinottico delle attività nell'Ambito 2 - blocco DUE

Da una ricerca effettuata dalla sperimentatrice sulle banche dati disponibili in rete e sulle riviste specializzate, la maggior parte delle esperienze didattiche che riguardano il suolo è riconducibile alla sua struttura/composizione e alla componente della sostanza organica. Al contrario, in questa sperimentazione è stato privilegiato invece il concetto del suolo visto come una risorsa: ci si è concentrati, dunque, sul tempo di formazione del suolo e sul suo sfruttamento, legato soprattutto alle esigenze antropiche (infrastrutture, produzione alimentare, etc.), per introdurre il concetto di consumo di una risorsa non rinnovabile e le relative implicazioni a livello scientifico di tale fenomeno. Inoltre le attività sperimentate in letteratura sono state comunque indirizzate ad un target diverso per età: ad esempio Zuazagoitia (2016) ha proposto una sequenza didattica sulla componente organica del suolo e la sua caratterizzazione attraverso la cromatografia ed ha riscontrato l'utilità di questo tipo di analisi per far riflettere i ragazzi della scuola Secondaria di Secondo Grado sul legame tra la qualità del suolo in termini di sostanza organica e mantenimento della biodiversità, oltre che al ruolo chiave dello stesso nella produzione degli alimenti. Tra le attività sperimentate sugli studenti delle Scuole Medie, la problematica del consumo del suolo come spunto per la ricerca di variabili è stata utilizzata da Acqua (2018), focalizzata - però - sul suolo agricolo e sulla quantità di sostanza organica in esso presente, con un approccio e finalità diverse da quelli presentati in questo studio. Nello studio di Acqua, infatti, la lettura di un testo sul consumo del suolo è stato utilizzato solo come spunto, seppur per alunni di 14 anni, per poi concentrarsi sulle variabili legate alla permeabilità ed alla fertilità di un suolo agrario. In questa sede, invece, la lettura sullo sfruttamento del suolo come risorsa non rinnovabile è stata il primo *step* della sperimentazione per introdurre il concetto di Sviluppo Sostenibile.

Oltre alle esperienze riportate dai siti istituzionali delle singole scuole riguardo a progetti di riuso creativo di rifiuti, è presente un'ampia letteratura riguardo alla percezione del concetto di rifiuto da parte degli studenti, come evidenziato da Kortland (1997), che alla scuola primaria si è concentrato in attività che permettano un cambio nella percezione dei rifiuti. In letteratura sono presenti, inoltre, progetti che coinvolgono tutti gli attori dell'ambito educativo: studenti, insegnanti e genitori; Grodzinska-Jurczak (2010) ha studiato l'impatto di programmi educativi a loro rivolti valutandone l'efficacia attraverso questionari e sondaggi alla fine del percorso. Il suo lavoro conferma che la cooperazione e condivisione di intenti tra scuola, famiglia ed enti locali hanno un'elevata efficacia nell'attuare quotidianamente buone pratiche nella raccolta differenziata dei rifiuti.

Comunque, in nessun caso sinora citato, l'argomento viene presentato con un'attività visiva e manuale combinata con l'approccio *Inquiry*. Nell'attività del Wasteberg infatti (cfr. Par. 3.3.4), l'attenzione è stata focalizzata sul flusso di materiali ed energia che sottende all'intero processo produttivo di un oggetto, legando l'attività anche a concetti, quali "zaino ecologico" ed "impronta ecologica", che fungono da base per mediare quel cambio comportamentale e di attitudini che è tra le finalità di questa sperimentazione. In letteratura sono assenti attività didattiche legate al Wasteberg teorizzato da Joung&Sachs nel 1993. A scuola infatti vengono proposte soprattutto attività di divulgazione del concetto di raccolta differenziata e di riciclo creativo, senza considerare il risvolto scientifico sotteso alla produzione di rifiuti e cioè il calcolo del consumo di materie prime durante il processo produttivo.

Anche nel caso della Terza attività, quella cioè di simulazione di estrazione mineraria (cfr. Par. 3.3.2) sono svariati gli esempi sul tema riportati in rete da diverse associazioni ed enti, ma presentano caratteristiche diverse da quelle di questo studio.

(https://serc.carleton.edu/integrate/teaching_materials/mineral_resources/activity6-2.html, <http://www.womeninmining.org/activities/>). Essi, infatti, riportano delle attività legate allo sfruttamento minerario, alla caratterizzazione dei minerali, ai minerali presenti nella vita di tutti i giorni, viste però come entità separate, non inserite in un'unità didattica interdisciplinare come nella presente sperimentazione. Inoltre tali attività non sono calibrate per la fascia di età presa in considerazione in questa sperimentazione né altrettanto articolate, poiché non abbracciano contemporaneamente l'aspetto teorico, e relativa riflessione, e quello pratico. A tal proposito, un'esperienza di connessione tra teoria e pratica con approccio interdisciplinare, destinata ad alunni di III media, è stata fatta da Scacchetti e Fantini (2016), i quale, però, si sono focalizzati su un geomateriale specifico e legato al territorio: questo senza dubbio rappresenta un vantaggio, ma anche una sorta di limitazione. Nella presente sperimentazione si parla di risorse minerarie in generale, quindi i materiali didattici prodotti possono essere riproposti in qualsiasi contesto territoriale; in Scacchetti e Fantini (2016), invece, le attività sono collegate a cave di argille locali e ad attività industriali non sempre presenti in altri contesti.

Inoltre, nella letteratura esaminata, in nessun caso è stato affrontato l'argomento delle variabili ambientali, della loro relazione e relativa giustificazione. A questo riguardo si fa presente il testo *"Guardare per sistemi, guardare per variabili. Un approccio alla fisica ed alla biologia per la scuola dell'obbligo"* (Arcà, 1986) e successivi aggiornamenti, che utilizza, nella Scuola del Primo Ciclo di Istruzione, lo studio delle variabili e della loro relazione, ma con una visione parziale, poiché vincolata solo alle variabili in ambito fisico e biologico. In questo progetto, oltre a privilegiare le Geoscienze come tema centrale per lo studio dell'Educazione Ambientale, sono state coinvolte nelle attività didattiche tutte le altre materie, anche umanistiche, con l'obiettivo, tra gli altri, di un coinvolgimento di tutti gli altri insegnanti della scuola.

5.1. DISCUSSIONE RISULTATI ALUNNI

Sulla base dell'obiettivo scelto per questa tesi e per quanto sostenuto nei Capitoli 2 e 3, in questa sede verranno discussi i risultati consuntivi per ambito, per tipo di attività e per familiarità o meno dell'argomento trattato nelle singole attività di gruppo. Inoltre verranno discussi i risultati ottenuti dalla rilevazione dell'evoluzione del concetto di Sviluppo Sostenibile a seguito delle attività.

Discussione dei Risultati per Ambito

L'Ambito 1 è composto dalle classi AT e BT (Fig. 5.1). Durante le attività gli alunni hanno lavorato in gruppo ma in autonomia, senza alcun aiuto o spunto di riflessione da parte del docente. Le attività hanno raggiunto livelli di prestazione diversi.

Nel corso del tempo, e cioè dalla prima attività (L1-G1) all'ultima (P4), all'interno di ogni ambito si verifica un miglioramento generale dei livelli di prestazione per quanto riguarda la precisione, la completezza e la pertinenza degli elaborati degli alunni. Questo si può ascrivere alla diversa capacità

di ciascun gruppo di identificare e giustificare la relazione tra variabili in contesti differenti ed anche alla reiterazione di tale richiesta nel corso dell'intera sperimentazione.

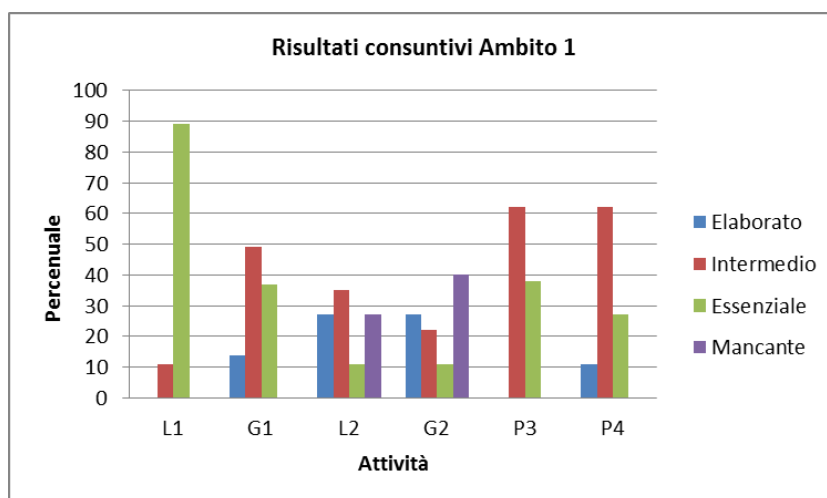


Fig. 5.1. Risultati consuntivi dell'Ambito 1 per livello di prestazione - Classi AT e BT

Le classi CT ed EP afferiscono invece all'Ambito 2, e durante le attività gli alunni hanno lavorato in gruppo con il docente come guida nei momenti di difficoltà. Nella figura 5.2 si evidenzia l'evoluzione nel tempo dei livelli di prestazione degli alunni: nelle ultime attività compare in misura rilevante il livello *Elaborato*, in particolare nell'attività P4. Oltre che alla reiterazione della stessa richiesta del compito, questo risultato è da attribuire alla guida del docente e all'utilizzo di attività pratiche che, comunque, garantiscono livelli più elevati di prestazione (il livello *Elaborato* in P4 dell'Ambito 2 è raggiunto da quasi l'80% degli alunni). Nelle attività a carattere più teorico i livelli raggiunti sono stati un po' inferiori, in quanto gli alunni sono ancora poco abituati a lavorare sia in gruppo che con l'approccio IBSE.

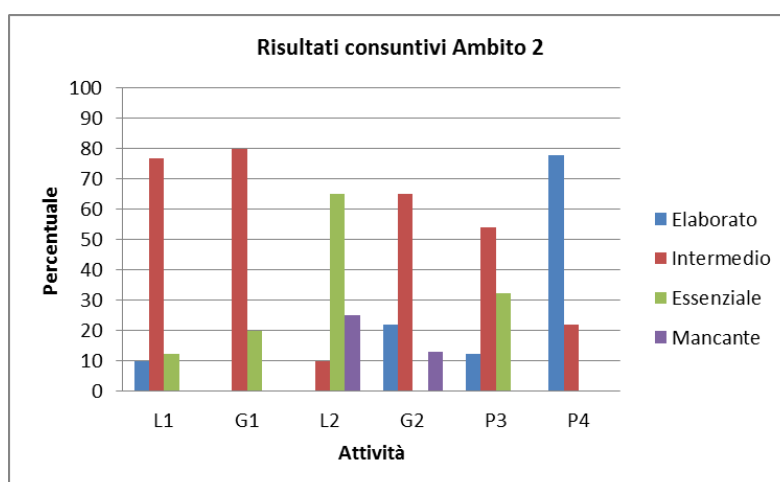


Fig. 5.2. Risultati consuntivi dell'Ambito 2 per livello di prestazione - Classi CT e EP

Dal confronto dei grafici in figura 5.1 e 5.2 emerge che, laddove l'argomento è conosciuto o comunque più familiare (L2) e l'interpretazione dei dati è più immediata (G1 e G2), la guida del docente non sempre risulta essere efficace per il raggiungimento del livello più elevato di

prestazione, al contrario di quello che ci si aspettava. Infatti, comparando i due Ambiti (1 e 2) per quanto riguarda le attività G1 ed L2, si nota che l'intervento dell'insegnante uniforma i livelli di padronanza nella fascia centrale (livello *Intermedio* molto alto in G1 e livello *Essenziale* in L2). Inoltre, per quanto riguarda le attività pratiche P3 e P4, si nota che l'intervento del docente consente il raggiungimento del livello *Elaborato* per la maggior parte dei gruppi. Questo corrobora quanto già sostenuto nei paragrafi 2.2.1 e 2.2.4: poiché gli alunni non sono abituati a lavorare sistematicamente con attività pratiche, la guida del docente è fondamentale per ottenere livelli di prestazione elevati. Inoltre, come già detto, le attività manuali - soprattutto in questa fascia d'età - sviluppano il lavoro di squadra, il pensiero critico e le competenze di *problem-solving*, poiché coinvolgono gli studenti in un'esperienza concreta e completa. Nonostante il fatto che tutto ciò comporti un investimento di maggior tempo e lavoro da parte degli studenti e degli insegnanti, i risultati qui presentati mostrano che vale la pena "perdere" tempo per guadagnare non solo tempo, ma anche qualità dell'apprendimento.

Discussione dei Risultati per tipo di attività e familiarità con l'argomento

Di seguito verranno discussi i risultati concentrandosi sul tipo di attività svolta e verranno messi a confronto i livelli di padronanza ottenuti in attività di lettura di un testo (L1-L2), lettura di un grafico (G1-G2) ed attività pratica (P3-P4). Verrà inoltre considerata la familiarità o meno degli alunni con l'argomento trattato.

Come già detto nel paragrafo 2.2.3, il testo è uno strumento che facilita molto il compito di insegnare ed apprendere a qualsiasi livello educativo, non solo a livello di contenuto ma anche a livello procedurale. Utilizzare un testo, infatti, significa ricorrere - per facilitare il processo comunicativo in aula - ad uno strumento che permette la negoziazione di significato e la costruzione di conoscenza in maniera personale e collettiva. Nella figura 5.3 sono stati messi a confronto i risultati delle attività L1 ed L2, separati per ambito. Il passaggio da L1 a L2 nell'Ambito 1 marca un generale miglioramento della prestazione; compare infatti il livello *Elaborato*, in contemporanea però a quello *Mancante*. Poiché in L1 l'argomento (il consumo del suolo) è meno familiare per gli alunni rispetto a quello trattato in L2 (la raccolta differenziata dei rifiuti), l'assenza del livello *Elaborato* in L1 e la comparsa dei livelli *Elaborato* e *Mancante* in L2 sono presumibilmente da ascrivere al diverso atteggiamento tenuto dagli alunni nei confronti del compito: laddove la lettura riguarda un argomento lontano dalle loro conoscenze, gli alunni pongono più attenzione nella ricerca della relazione tra variabili e loro giustificazione. Al contrario, quando il testo riguarda un argomento vicino alla loro realtà quotidiana, compare il livello *Mancante*, probabilmente per la poca attenzione dedicata alla ricerca ed alla giustificazione di relazioni tra variabili: contemporaneamente, però, la familiarità dell'argomento permette ad alcuni gruppi di raggiungere livelli di prestazione elevati. Confrontando L1 e L2 nell'Ambito 2, si evidenzia un andamento inverso al precedente e viene sottolineata l'importanza dell'intervento del docente per raggiungere il livello *Elaborato*, soprattutto laddove c'è una scarsa conoscenza dell'argomento trattato. Al contrario di quello che ci si aspettava, e cioè un miglioramento rispetto alla L1 data la maggiore familiarità con l'argomento, nella L2 nessun gruppo ha raggiunto il livello *Elaborato* nonostante la guida dell'insegnante. La lettura di un testo è dunque, per alcuni gruppi di alunni, un valido mezzo per la trasmissione non solo di contenuti scientifici ma

anche per veicolare quelli matematici: questo si riscontra, però, non solo se è presente il docente come guida, ma anche se l'argomento è vicino al vissuto dei ragazzi, come già sostenuto da Pennesi (2017).

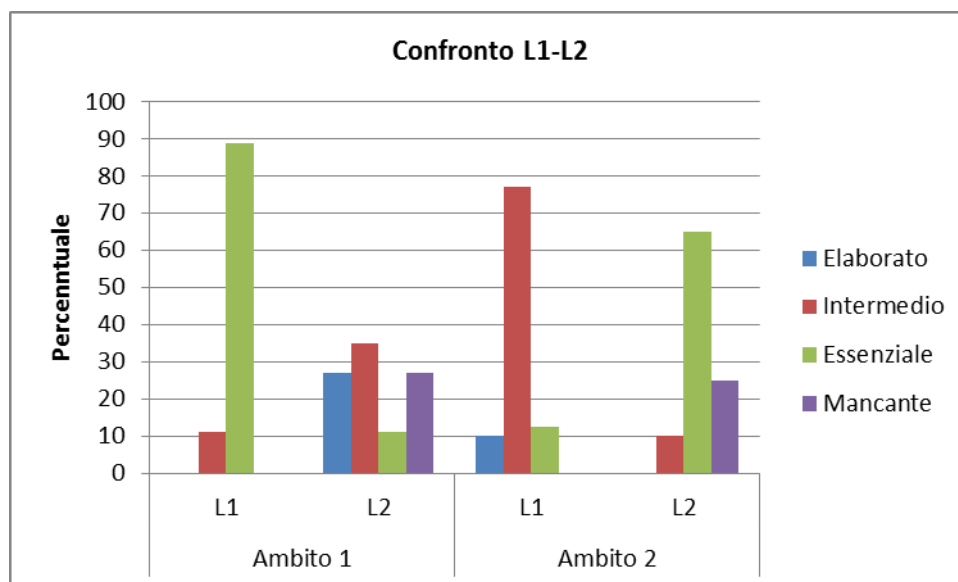


Fig. 5.3. Livelli di prestazione - Attività di lettura di un testo separata per Ambito

La situazione nella quale vengono posti gli studenti, e cioè di dover sostenere una tesi, chiama in causa le capacità di connettere le informazioni desunte da un grafico, sia tra di loro che con la riflessione matematica, capacità orientata al raggiungimento dell'obiettivo di comunicare in maniera convincente le proprie argomentazioni (Fig. 5.4). La necessità, da parte dello studente, di attivare processi quali quelli sopra descritti, pone il quesito tra quelli che richiedono un alto livello di padronanza della competenza matematica. Data l'immediatezza della lettura del grafico e l'abitudine degli studenti ad eseguire questo tipo di attività, anche a seguito dell'introduzione delle prove Invalsi che contengono molti quesiti di questo tipo, in entrambi gli Ambiti è presente il livello *Elaborato*, anche se in percentuali diverse. Da notare come nell'Ambito 2 si è rilevata fondamentale la guida dell'insegnante, non tanto per raggiungere livelli elevati di prestazione, quanto per diminuire in maniera significativa la quantità di risposte di livello *Mancante* soprattutto in G2, grafico che riguardava la raccolta differenziata.

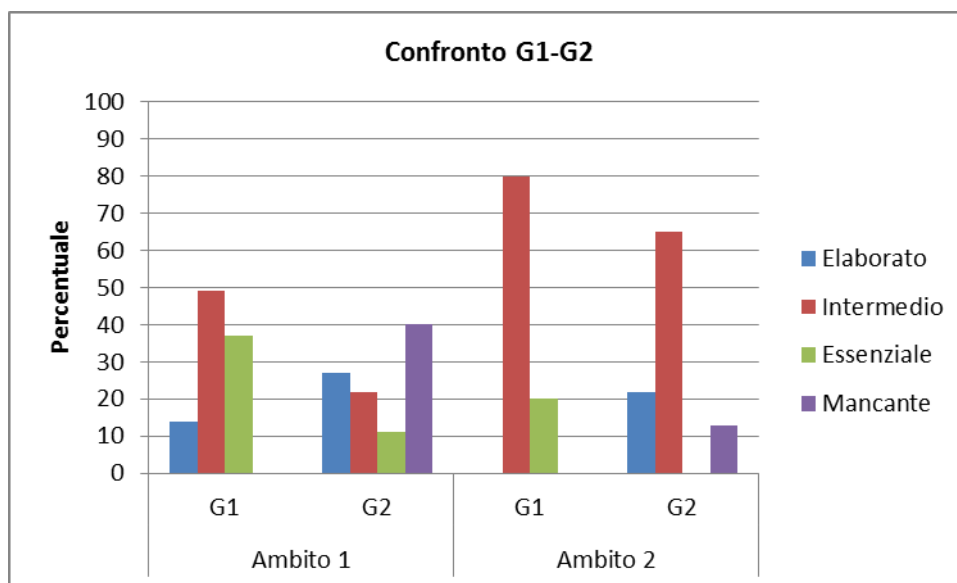


Fig. 5.4. Livelli di prestazione - Attività di lettura di un grafico separata per Ambito

Per quanto riguarda i due tipi di attività, dunque, appare chiaro che, a prescindere dalla guida dell'insegnante e dalla familiarità o meno dell'argomento trattato, il grafico è una modalità di trasmissione dell'informazione più facilmente e velocemente interpretabile dai ragazzi, e tale da permettere loro di individuare più agevolmente le variabili in gioco, la loro relazione e la relativa giustificazione. Su questo si può fare un'ulteriore considerazione, supportata anche dall'esperienza come docente della ricercatrice: spesso gli alunni lavorano per compartimenti "stagni", cioè per loro è più normale che durante un'attività di scienze ci sia qualche correlazione con la matematica, con un grafico, una statistica etc.; quando al contrario si trovano di fronte un testo, hanno scarsa consapevolezza che questo può essere anche di tipo scientifico e dunque veicolare o suggerire relazioni tra variabili e relative giustificazioni. Questo avviene nonostante che, nel corso dei tre anni di Scuola Secondaria di Primo Grado, sia spiegata la differenza tra le varie tipologie testuali e le loro caratteristiche: si studiano il testo narrativo, poetico, espositivo, argomentativo, regolativo, divulgativo etc. Forse, a livello educativo, sarebbe opportuno, più che spiegare tale suddivisione, leggere e far leggere di più tutte le tipologie di testo (chiaramente calibrate sull'età dei discenti) già a partire dalla prima infanzia, momento d'oro in cui i bambini assorbono con facilità nuovi termini e nuovi significati (letterali e metaforici) ed in cui si apprende a strutturare il pensiero proprio in virtù dei nuovi costrutti verbali e grammaticali che si acquisiscono a quell'età.

L'attività pratica (P3-P4) è quella che ha riscosso più successo (Fig. 5.5), e non solo a livello emotivo, da parte degli alunni. Essa infatti, se confrontata con gli altri tipi di attività, ha permesso di eliminare *in toto* il livello di prestazione *Mancante*, di limitare il livello *Essenziale* e di aumentare in maniera importante i livelli *Intermedio* ed *Elaborato*. Tutto ciò è avvenuto nonostante gli alunni si siano cimentati con argomenti di Geoscienze nuovi e complessi quali l'estrazione mineraria, con il relativo impatto ambientale/sociale, ed il riuso/riciclo. Nell'Ambito 2, in particolare, si registra una percentuale maggiore di livello *Elaborato* per entrambe le attività. Poiché tale Ambito è stato caratterizzato dalla guida del docente, questi risultati corroborano quanto già sostenuto in precedenza e cioè che gli alunni, specialmente in questa fascia d'età, sono poco avvezzi all'attività pratica e dunque la guida del docente, in questo caso, incide sensibilmente sulle prestazioni degli alunni. Come già detto, la scarsa familiarità con le attività pratiche è da ascrivere principalmente alla

manca di spazi dedicati all'interno della scuola e al tempo necessario non solo per la realizzazione, ma anche per l'organizzazione dei laboratori stessi da parte degli insegnanti.

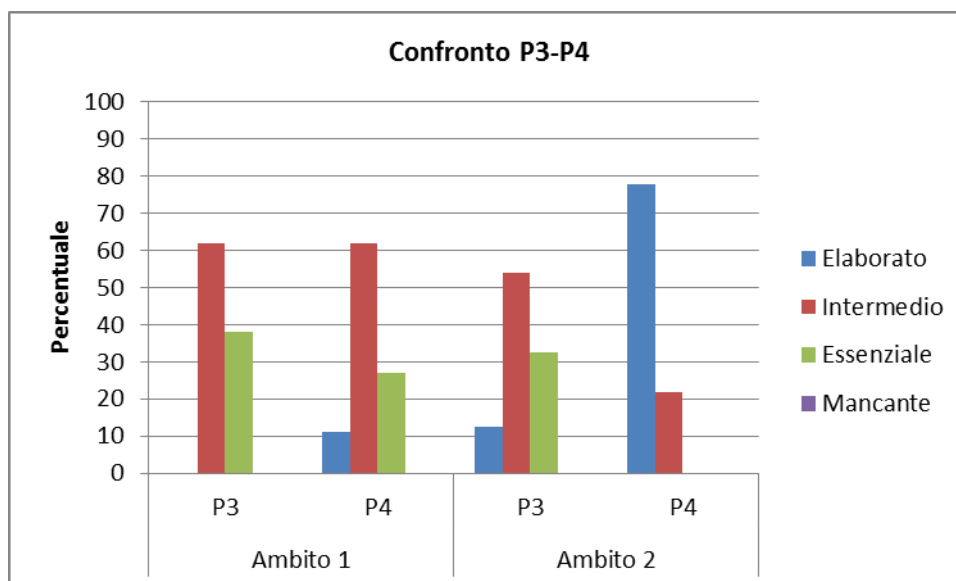


Fig. 5.5. Livelli di prestazione - Attività pratiche separate per Ambito

Le attività del blocco DUE che hanno riscosso maggior successo, non solo da un punto di vista di rendimento ma anche da quello delle interazioni sociali all'interno del gruppo, sono quelle legate alla componente visiva e pratica, cioè le attività di lettura di un grafico e le attività IBSE. Esse sono state strutturate facendo particolare attenzione a trattare argomenti reali, con ricaduta sul vissuto quotidiano degli studenti che hanno partecipato a questa sperimentazione. Come ampiamente riconosciuto, partire quindi da una situazione reale per introdurre un nuovo argomento di Scienze favorisce la partecipazione dello studente alle attività didattiche; allo stesso tempo l'approccio IBSE stimola l'alunno a porsi delle domande e a ricercare le risposte sulla base di dati scientifici raccolti (Rocard et al, 2007). Come documentato, le attività sono state affrontate con approcci e metodologie diverse, utilizzando materiali e strumenti didattici diversificati per andare incontro ai diversi stili di apprendimento degli studenti. Il problema del sovra-sfruttamento delle risorse minerarie, della produzione dei rifiuti, dell'inquinamento ambientale è stato trattato, nel corso del dottorato, sotto diversi punti di vista, con un'ottica reale, ecologica e globale: reale perché connessa al vissuto degli alunni, ecologica perché legata alle problematiche che coinvolgono interi ecosistemi e globale perché, partendo dalle risorse minerarie, sono state affrontate le diverse implicazioni e connessioni con altre materie e con le problematiche attuali - sempre più pressanti - relative al cambiamento climatico, allo sfruttamento di manodopera, all'immigrazione, etc.

I risultati ottenuti da questa ricerca mostrano come i livelli di padronanza migliorino con l'approccio proposto: infatti in tutte le classi il numero degli alunni che passa da un livello di padronanza inferiore ad uno superiore aumenta. Per analizzare congiuntamente tutti i dati raccolti, viene considerata l'evoluzione del processo di apprendimento di contenuti e procedure dalla prima attività all'ultima in ordine temporale, a prescindere dal tipo di attività. Da una visione generale dei dati raccolti (Fig. 5.6), è possibile osservare come il livello *Essenziale*, presente in maniera consistente nelle prime attività, persista anche nell'ultima attività, benché con minore frequenza. Il livello *Intermedio* è altalenante nel corso delle prime due attività, mentre si uniforma come valori

percentuali nelle ultime due, tranne che nell'attività P4 dell'Ambito 2, dove si rileva una presenza massiccia del livello *Elaborato* a scapito dell'*Intermedio*.

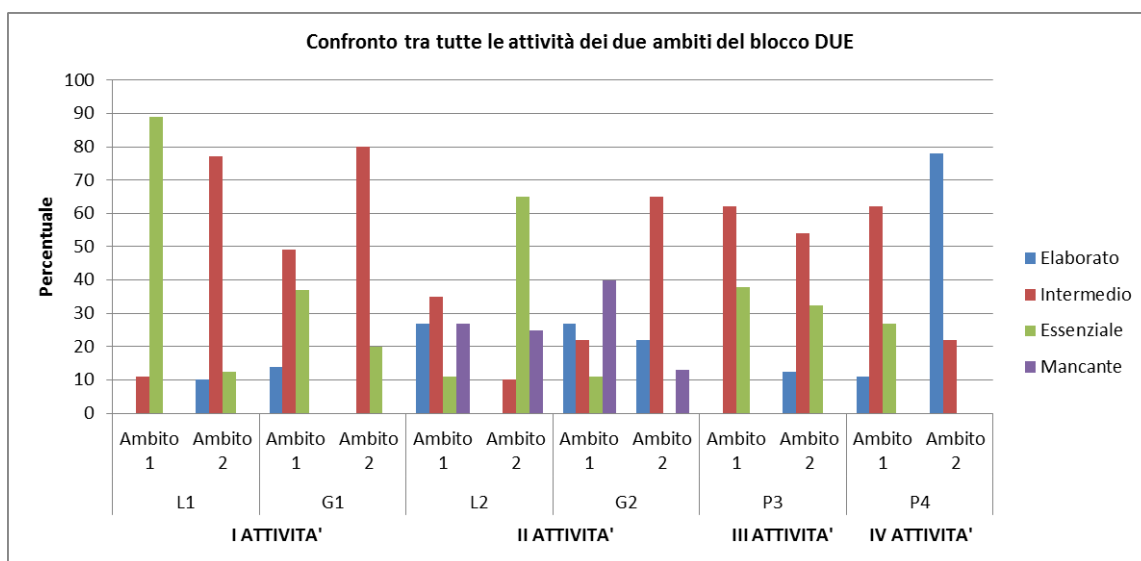


Fig. 5.6. Confronto tra tutte le attività del Blocco DUE per livelli di prestazione

Il raggiungimento di questi livelli è stato coadiuvato dalle attività di gruppo con approccio IBSE (terza e quarta attività), che hanno permesso di far emergere competenze latenti anche negli alunni meno propensi al lavoro scolastico e di ottenere una maggiore conoscenza, e dunque gestione, delle dinamiche di gruppo presenti. Come sostiene Woodley (2009), le attività pratiche rappresentano, soprattutto in questa fascia di età, un'importante motivazione a partecipare ed a portare a compimento il lavoro assegnato. L'approccio IBSE, infatti, permette di ridestare la curiosità degli studenti, affinando al contempo la loro capacità di formulare e verificare ipotesi. Nell'IBSE, inoltre, è importante l'uso di risorse diverse all'interno del gruppo, poiché "fare Scienza" non significa soltanto utilizzare o manipolare oggetti, ma anche ragionare, comunicare e scrivere sia per sé sia per gli altri.

Le Geoscienze hanno giocato un ruolo fondamentale nel raggiungimento dei livelli di prestazione ora evidenziati perché:

- rappresentano un punto di partenza reale per veicolare contenuti e concetti complessi;
- i contenuti affrontati sono stati fondamentali per far comprendere agli alunni che le Georisorse sono limitate, e questa consapevolezza li ha portati a riflettere su argomenti più generali, quali Sviluppo Sostenibile ed Economia circolare;
- gli alunni hanno scardinato alcune loro misconoscenze, ad esempio il rifiuto non viene più visto solo come un problema ma come risorsa riutilizzabile, soprattutto in Italia, paese povero di risorse minerarie;
- gli esperimenti sui geomateriali hanno permesso agli alunni di osservare, misurare, raccogliere ed interpretare dati su larga scala, partendo da una situazione pratica.

I risultati ottenuti non sono attribuibili univocamente all'una o all'altra metodologia (lavoro in piccolo gruppo, IBSE, questionario C.R.I.T.I.C., Compito di Realtà), perché i dati raccolti durante la sperimentazione non sono stati differenziati per singola metodologia, in quanto l'approccio IBSE- ad esempio - si basa prevalentemente su attività di Cooperative Learning. Sicuramente la combinazione

attività di gruppo-*Inquiry* si retro-sostenta positivamente e progressivamente, poiché una domanda (e relativa risposta) formulata e rielaborata da un componente del gruppo funge da input per far partire il dibattito all'interno del gruppo stesso per perfezionarla a diversi livelli: di contenuto, di stile, di correttezza grammaticale etc., affinandola così ad ogni passaggio. Quando gli studenti collaborano in *team*, lavorano proprio come gli scienziati, condividendo idee, discutendo e riflettendo su cosa devono fare e su come devono condurre l'indagine. Devono inoltre prepararsi a condividere idee, proposte e risultati con la classe intera. Questa è un'opportunità importante per imparare a presentare e sostenere le proprie idee, ascoltare e discutere quelle degli altri e rendersi conto che esistono modi diversi di affrontare lo stesso problema. La diversa modalità di misura e di scavo del biscotto-miniera, con il relativo confronto e condivisione con gli altri gruppi all'interno della stessa classe (Cfr. Par 3.3.2.), è un esempio di quanto ora sostenuto.

Anche le ultime Indicazioni Nazionali si rifanno alla letteratura internazionale per sottolineare l'importanza dell'investigazione svolta in gruppo: *“La ricerca sperimentale, individuale e di gruppo, rafforza nei ragazzi la fiducia nelle proprie capacità di pensiero, la disponibilità a dare e ricevere aiuto, l'imparare dagli errori propri e altrui, l'apertura ad opinioni diverse e la capacità di argomentare le proprie. Le esperienze concrete potranno essere realizzate in aula o in spazi adatti: laboratorio scolastico, ma anche spazi naturali o ambienti raggiungibili facilmente. È importante disporre di tempi e modalità di lavoro che consentano, in modo non superficiale o affrettato, la produzione di idee originali da parte dei ragazzi, anche a costo di fare delle scelte sui livelli di approfondimento e limitarsi alla trattazione di temi rilevanti. La valorizzazione del pensiero spontaneo dei ragazzi consentirà di costruire nel tempo le prime formalizzazioni in modo convincente per ciascun alunno”* (Indicazioni Nazionali, 2012).

Tuttavia i traguardi estrapolati dalle Indicazioni Nazionali relativi alle Scienze, come *“L'alunno è consapevole del ruolo della comunità umana sulla Terra, del carattere finito delle risorse, nonché dell'ineguaglianza dell'accesso a esse, e adotta modi di vita ecologicamente responsabili. Collega lo sviluppo delle scienze allo sviluppo della storia dell'uomo. Ha curiosità e interesse verso i principali problemi legati all'uso della scienza nel campo dello sviluppo scientifico e tecnologico”* e quelli per la Matematica quale *“L'alunno analizza le situazioni per tradurle in termini matematici, riconosce schemi ricorrenti, stabilisce analogie con modelli noti, sceglie le azioni da compiere e le concatena in modo efficace al fine di produrre una risoluzione del problema”*, rappresentano dei traguardi molto elevati, soprattutto se si tiene conto dello sviluppo cognitivo e dell'età degli alunni a cui sono rivolti. Si nota inoltre la scarsa attenzione, da parte dei redattori delle Indicazioni, per la difficoltà di astrazione dei preadolescenti e per la capacità di mettere in relazione variabili e fenomeni in ambiti scientifici diversi e complessi.

Parallelamente a ciò, nonostante il MIUR abbia messo in atto, come previsto dalla Legge 107/2015, una serie di iniziative volte a favorire l'aggiornamento degli insegnanti, a tutt'oggi si assiste ad un congerie di iniziative formative estranee al contesto, prive di sistematicità e di prospettive future. A questo si somma anche la scarsa disponibilità di molti docenti a mettersi in gioco, circostanza attribuibile a diversi fattori, primo tra tutti l'età media degli insegnanti, che è molto elevata: in Italia il 52,7% degli insegnanti ha superato i 50 anni, contro il 32,4% della media europea (Eurostat, 2016). Inoltre, dall'ultima indagine condotta dalla Varkey Foundation, lo *status* degli insegnanti in Italia è peggiorato rispetto alla medesima rilevazione effettuata nel 2013. L'Italia, infatti, è fra i peggiori tra i

paesi considerati nell'indagine, e risulta il fanalino di coda in Europa, posizionandosi al 33° posto su 35 nel Global Teacher Status Index 2018. Si sottolinea che questo studio è il più completo su come la società consideri gli insegnanti in 35 paesi rappresentativi in tutto il mondo (Dolton et al., 2018). Come spiega Sunny Varkey, fondatore della Varkey Foundation *“Questo indice fornisce finalmente una prova accademica a qualcosa che abbiamo sempre saputo istintivamente: il legame tra lo status degli insegnanti nella società e il rendimento dei bambini a scuola. Ora possiamo affermare senza ombra di dubbio che il rispetto degli insegnanti non è solo un importante dovere morale, ma è essenziale per i risultati scolastici di un paese”*.

Evoluzione della definizione di Sviluppo Sostenibile nei questionari degli alunni

Parlare di concetto di Sviluppo Sostenibile nelle scuole Secondarie di Primo Grado rappresenta senza dubbio una sfida per il corpo docente poiché tale concetto è complesso, interdisciplinare e multiforme, in quanto ricco di relazioni, più o meno evidenti, tra le varie componenti che lo costituiscono. Per queste sue caratteristiche, oltre che per la mancanza di materiali predisposti, in letteratura non sono presenti attività strutturate come quelle nella presente sperimentazione. Abbondano invece attività rivolte a studenti più grandi (Scuola Secondaria di Secondo Grado o Università), come riportato in letteratura (Bart et al. 2007, Lozano et al. 2015). In questa sede si dimostra come, nonostante la complessità dell'argomento, si possa ottenere una positiva evoluzione di tale concetto attraverso un'attività pratica strutturata con l'*Inquiry* (3.3.4) anche in alunni di 14 anni, focalizzando l'azione didattica non solo sull'aspetto cognitivo e contenutistico, ma anche su quello di attitudini e comportamenti personali. Shephard (2008), invece, ha rilevato che i docenti della scuola secondaria hanno l'abitudine di concentrarsi sulla conoscenza e sulla comprensione dello Sviluppo Sostenibile, più che mirare alla realizzazione di attività finalizzate ad un cambiamento comportamentale e di valori negli alunni.

I dati di questa elaborazione sono stati raccolti attraverso un questionario individuale (il medesimo prima e dopo l'attività sperimentale) somministrato agli alunni del blocco DUE e del blocco TRE. I questionari prevedevano, oltre alla valutazione dell'attività su scala Likert, anche una domanda a risposta aperta che richiedeva di definire il concetto di Sviluppo Sostenibile. La scelta di utilizzare domande a risposta aperta è dovuta al fatto che spesso, nei questionari a risposta chiusa, gli alunni rispondono a caso, tentando di indovinare la risposta giusta senza riflettere, dal momento che non viene richiesto loro di argomentare e giustificare la risposta data; queste abilità, al contrario, sono fondamentali nell'interiorizzazione dei contenuti e delle procedure scientifiche, come sostenuto da Lemke (1990) e da Furman et al. (2013).

I risultati mostrano che le attività realizzate hanno comportato un'evoluzione della definizione di Sviluppo Sostenibile da parte degli studenti (Fig. 5.7). Significativa, a tal proposito, è la quantità massiccia di risposte di livello *Mancante* prima dell'attività. Questo testimonia la scarsa diffusione di tale concetto nelle scuole del campione, nonostante nel 2015 sia stata presentata l'Agenda per lo Sviluppo Sostenibile (www.un.org/sustainabledevelopment/) con cui le Nazioni Unite si propongono, attraverso 17 obiettivi, di raggiungere traguardi di sostenibilità, giustizia ed equità: *“...Quest'Agenda è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità. Essa persegue inoltre il rafforzamento della pace universale in una maggiore libertà. Riconosciamo che sradicare la*

povertà in tutte le sue forme e dimensioni, inclusa la povertà estrema, è la più grande sfida globale ed un requisito indispensabile per lo sviluppo sostenibile". Questa scarsa conoscenza si riscontra non solo nelle scuole ma anche a livello familiare, dove molto probabilmente viene perpetuato, più per mera abitudine che per altre ragioni, un modello di sviluppo ricevuto in eredità dalla società ma in conflitto con i limiti energetici del Pianeta in cui viviamo. Questa ultima considerazione porta a dichiarare un obiettivo indiretto, mai specificato prima, di questa ricerca: formare e sensibilizzare le nuove generazioni alle problematiche ambientali con la speranza che ci sia una sorta di educazione "retroattiva", e cioè che gli alunni si trasformino in veicoli di una nuova cultura ambientale da condividere con l'adulto, che permetta ad ogni individuo di interiorizzare un'etica ambientale ancora troppo rara nella società, nella politica e nell'educazione stessa. Dopo il percorso didattico, le risposte afferenti al livello di prestazione *Mancante* si dimezzano. La permanenza del 20% degli alunni in questo livello è da ascrivere alla complessità dell'argomento che coinvolge non solo le Scienze, ma anche tutte le altre discipline scolastiche (Storia, Geografia, Cittadinanza, Tecnologia, Attualità etc.) e al fatto che tale concetto è un argomento composito, caratterizzato da diverse sfaccettature. I livelli *Essenziale* ed *Elaborato* prima e dopo la sperimentazione si attestano grossomodo sulla stessa percentuale mentre è il livello *Intermedio* quello che fa registrare un maggiore progresso: si passa infatti da un 10% ad un 40%. Comunque, alla fine dell'attività, il calo dei livelli *Mancante* risulta altamente significativo ($p= 0,0002$, McNemar Chi quadrato), così come l'aumento dei livelli *Intermedio* ($p= 0,00003$, McNemar Chi quadrato)

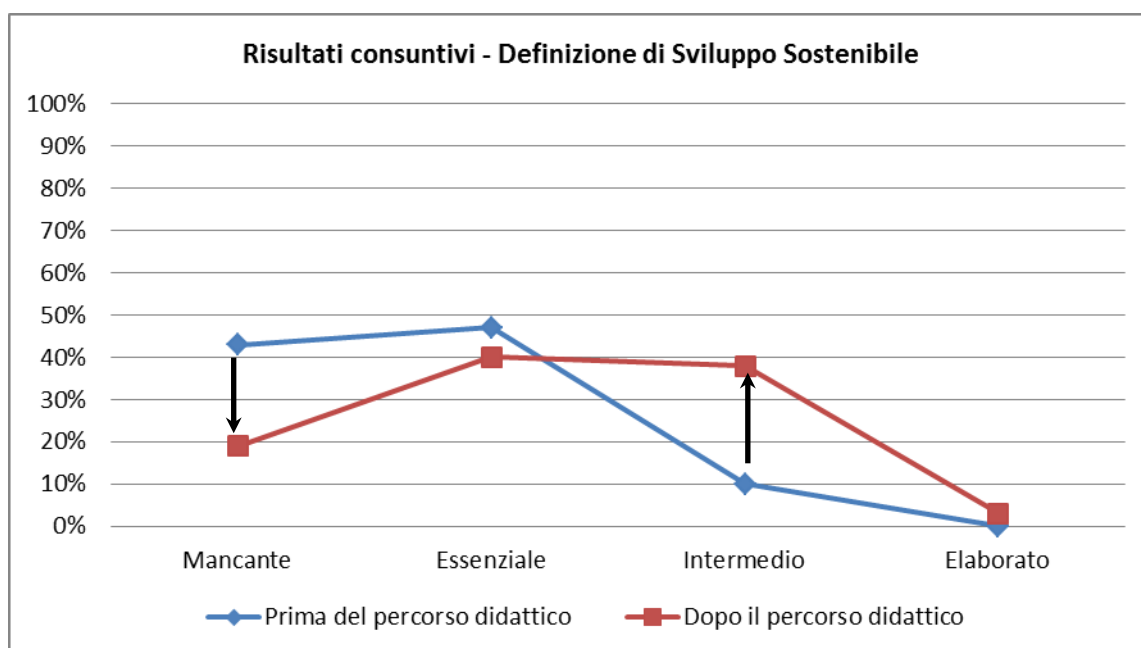


Fig. 5.7. Evoluzione dei livelli di prestazione nella definizione di Sviluppo Sostenibile-Blocco DUE e TRE

Tra i risultati ottenuti non si registrano, come ci si aspettava inizialmente, differenze sostanziali ascrivibili alla diversa durata della sperimentazione nei blocchi DUE e TRE (della durata, rispettivamente, di 8 e 2 ore). Sarebbe interessante, a questo punto, verificare la permanenza di quanto acquisito a distanza di uno-due anni dal termine della sperimentazione, attraverso uno studio longitudinale che, in quanto tale, si dovrebbe avvalere dei risultati ottenuti in questo ambito in un

ordine di scuola superiore, poiché gli alunni coinvolti in questa ricerca hanno frequentato l'ultimo anno del Primo Ciclo di Istruzione.

5.2. DISCUSSIONE DEI RISULTATI QUANTITATIVI DEGLI ALUNNI E DEI DOCENTI

Alunni (genere e gradimento attività)

I risultati dei questionari di riflessione dell'attività restituiscono la fotografia di alunni che, seppur con gradi diversi della scala Likert, sono soddisfatti del lavoro svolto (Fig. 4.24), si sono divertiti durante l'attività (Fig. 4.25) ed hanno appreso nuovi concetti (Fig. 4.26). Questi risultati fanno riflettere sull'importanza dell'ambiente emotivo in cui si fa lezione e sul fatto che un'insegnante efficace non solo è in grado di migliorare le conoscenze dei propri studenti, ma è capace di ottemperare ai suoi compiti educativi e di cura nei loro confronti, garantendo cioè un ambiente stimolante e sereno, capace di indurre il desiderio di apprendere: efficace è il docente che riesce a trasmettere valori civici e di convivenza e che è abile nell'identificazione e nel sostegno di alunni con difficoltà (Argentin, 2018). Da quanto detto si viene a configurare per gli insegnanti la necessità di disporre di competenze che vanno oltre i nodi concettuali della propria disciplina ed oltre le strategie didattiche: ai docenti serve un ampio ventaglio di competenze centrate su relazionalità, comunicazione, gestione organizzativa, riflessione, propensione all'innovazione ed alla collaborazione, come sostenuto anche da Caena (2011) e come supportato dai risultati dalla presente sperimentazione. L'insegnamento è dunque un "mestiere" multiforme, in cui è importante poter contare su un bagaglio di esperienze vissute, emozioni ed azioni da cui attingere per poterle rielaborare criticamente e rendere così più incisiva la propria azione educativa (Colombo, 2017).

Questa rilevazione corrobora anche la bontà della scelta dell'argomento preso in considerazione in questa tesi per sottolineare come, nell'ambito delle Scienze della Terra, si possono trattare molti argomenti riconducibili a fenomeni che riguardano la realtà (Georisorse, educazione ambientale, fenomeni endogeni ed esogeni etc.) e che sono facilmente contestualizzabili nel territorio e nel vissuto quotidiano degli alunni. In questo modo si favorisce il coinvolgimento dei giovani che si sentono chiamati in causa come cittadini attivi, consapevoli e responsabili, poiché capaci di mettere in campo azioni determinanti per la qualità della loro vita (presente e futura) e per quella dell'ambiente in cui vivono.

Inoltre, i dati restituiti dall'osservazione degli insegnanti di classe (Fig. 5.8) sottolineano l'aumento di tutti e tre gli indicatori - attenzione-partecipazione-interventi appropriati - presi in considerazione per tutte le attività svolte, con un picco nell'attività 3, ossia quella che prevede la simulazione dell'estrazione mineraria attraverso un biscotto con gocce di cioccolato. Dall'esperienza come docente, ed anche da momenti di condivisione informale con i colleghi che hanno partecipato alla sperimentazione, l'aumento dei tre indicatori considerati è da attribuire alla presenza della ricercatrice in qualità di esperto esterno. Questo rappresenta una novità nella routine scolastica, confermando quanto già sostiene l'Ecuyer (2012), secondo cui motore fondamentale dell'apprendimento è la curiosità, ridestata dalla meraviglia e dalla sorpresa, che spezza la rigida strutturazione dell'orario scolastico. A tale aumento degli indicatori tra gli studenti contribuisce anche il tipo di attività presentata e realizzata a gruppi. Il numero degli interventi appropriati è, in percentuale, il più basso dei tre indicatori considerati, e questo è da addebitare al fatto che

generalmente gli alunni sono poco abituati ad argomentare, riflettere, formulare frasi complesse e dunque non sempre sono in grado, pur partecipando attivamente alla lezione, di fare degli interventi appropriati al contesto e con il lessico specifico richiesto.

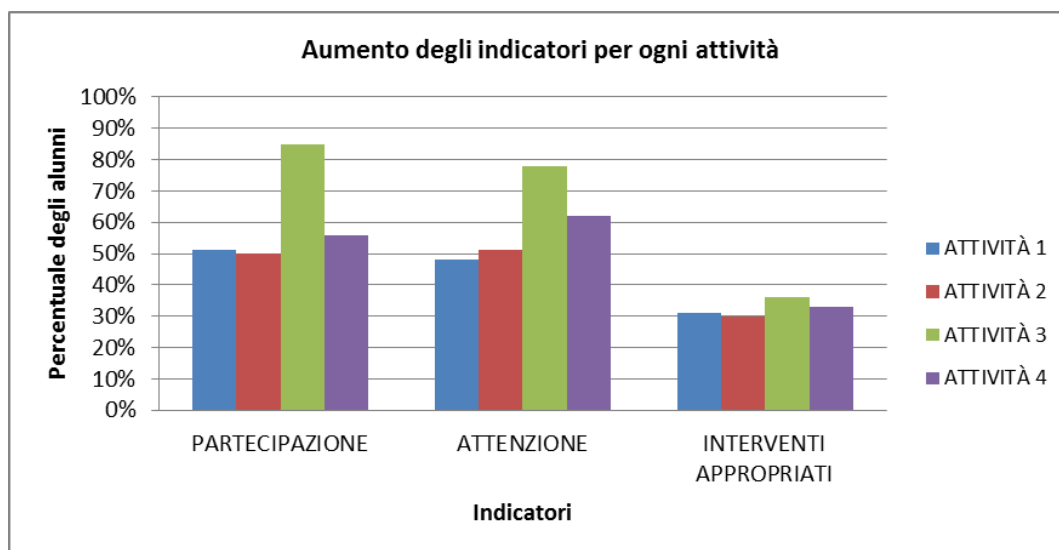


Fig. 5.8. Percentuale di alunni in cui si è rilevato un aumento degli indicatori per ogni attività-Blocco DUE

Docenti

I dati raccolti dai questionari somministrati durante i seminari tenuti per gli insegnanti, nell'ambito dei quali sono state proposte le due attività di laboratorio dei blocchi UNO e TRE, hanno permesso non solo di individuare le abitudini didattiche dei docenti e la frequenza di trattazione degli argomenti di scienze previsti dal curriculum, ma anche di monitorare la diffusione dell'approccio IBSE tra i docenti delle scuole dei diversi ordini e gradi e di evidenziarne i punti di forza e di debolezza. In entrambi i blocchi è stato utilizzato l'approccio didattico IBSE, mentre l'argomento trattato è stato cambiato in relazione alle esigenze non solo della ricercatrice, ma anche alle particolari necessità delle scuole con cui si è collaborato.

Diffusione IBSE, punti di forza e di debolezza - Le domande/affermazioni del questionario, somministrato a 56 docenti del Primo Ciclo di Istruzione, facevano riferimento all'attività proposta e all'approccio didattico utilizzato. In questa sede sono state elaborate e prese in considerazione soltanto due di esse: "Conoscevo l'approccio IBSE prima dell'attività" e "I punti di forza e di debolezza dell'attività svolta". Se si prendono in analisi i dati raccolti ed elaborati da precedenti sperimentazioni legate alla diffusione di tale approccio (Pennesi, 2017 e Acqua, 2018) si nota un trend positivo, in quanto una discreta percentuale dei docenti appartenenti al Primo Ciclo di Istruzione della provincia di Macerata, pur essendo eterogenei per età e background culturale ed afferendo a contesti scolastici differenti, ha maggiore familiarità con l'IBSE (quasi la metà dei partecipanti già lo conosceva prima del seminario). La realizzazione dell'attività didattica pronta, eseguita con materiale povero e facilmente replicabile in classe, viene indicata dai docenti come punto di forza dell'intera attività. Questo sottolinea l'importanza, per docenti impegnati perlopiù con attività burocratiche, di poter partecipare a corsi di formazione che presentino schede (Appendice 25), suggerimenti e risvolti

pratici *ready-to-use*, e che facciano loro risparmiare tempo nell'organizzazione dell'attività didattica. Il lavoro di gruppo seguito dalla domanda *Inquiry*, che coinvolge gli studenti e ne stimola la curiosità e l'apprendimento, sono gli altri due principali punti di forza individuati dai docenti. Seppure la formulazione di tale domanda sia il punto più complesso di tutta la strutturazione dell'attività *Inquiry*, è significativo che in questa sede venga indicato invece come punto di forza, e ciò potrebbe testimoniare una maggiore confidenza dei docenti con l'approccio in generale (come già rilevato nel Par. 4.2.3), nonché il passaggio dal paradigma di insegnamento tradizionale ad uno nuovo, più dinamico ed innovativo. Per quanto riguarda il lavoro di gruppo, i risultati presentati testimoniano la necessità dei docenti stessi di lavorare in gruppo per condividere esperienze e riflettere sulla propria ed altrui pratica didattica. Tra i punti di debolezza, gli insegnanti annoverano il tempo necessario a strutturare l'attività IBSE nelle sue cinque fasi ed il fatto che non tutti gli argomenti che si trattano a scuola sono facilmente traducibili in un'attività IBSE completa. Da qui si deduce l'importanza non solo della continua ricerca in didattica, ma anche di una condivisione di attività e materiali pronti e disponibili per tutti. Il fatto che la totalità dei docenti abbia trovato qualche punto di forza e che invece un 10% non risponda sui punti di debolezza può significare che non tutti i partecipanti si sentono ancora sicuri nella loro conoscenza dell'IBSE o che magari, pur conoscendolo, non lo hanno ancora mai applicato e per questo non sono in grado di trovare dei punti di debolezza in questo approccio.

Abitudini didattiche dei docenti - I risultati raccolti in questo campo mostrano ancora una scarsa "ambientalizzazione del curriculum" (cfr. Par. 1.2.1 e 4.2.1), poiché viene rilevata una limitata tendenza a partire da argomenti legati all'ambiente o a problematiche ambientali per impostare una lezione di scienze e/o matematica; questo si verifica nonostante, da qualche anno a questa parte, sia tutto un fiorire di progetti inseriti nel curriculum ma svolti, molto probabilmente, in maniera non contestualizzata, frammentaria e poco partecipata. Questi progetti, infatti, sono spesso di corto respiro e riguardano temi di interesse momentaneo, trascurando inoltre il fatto che agli alunni manca il quadro generale in cui viene inserito il progetto stesso. D'altra parte gli stessi docenti sottolineano l'importanza dei risvolti sociali ed economici di fenomeni e contenuti scientifici e, durante le loro lezioni, portano gli alunni a riflettere, sulle conseguenze ambientali a livello globale di usi e costumi umani, con l'attivazione di un pensiero ecologico e reticolare (cfr. Cap.1.3).

Frequenza di trattazione degli argomenti – Il grafico in figura 4.2 corrobora la bontà della scelta di uno degli obiettivi di questa tesi, e cioè diffondere materiali didattici sulle Geoscienze ed in particolare sui Geomateriali già pronti per essere riproposti in classe. Infatti, nonostante l'eterogeneità del background degli insegnanti che hanno partecipato ai seminari, argomenti quali Universo, Sistema Solare, Idrosfera ed Atmosfera vengono trattati dalla totalità degli insegnanti. Vengono invece spesso trascurati, argomenti quali: Suolo, Minerali e Rocce, che al contrario rappresentano un buon punto di partenza per la realizzazione di unità didattiche interdisciplinari, come i risultati di questa sperimentazione dimostrano.

5.3. PUNTI DI FORZA E DI DEBOLEZZA DELLA SPERIMENTAZIONE

Durante la sperimentazione la ricercatrice ha riscontrato dei punti che possono essere di forza o di debolezza, in base a quale prospettiva si assume: quella della ricercatrice, del docente di classe o degli alunni. Tali punti sono riportati nella tabella 5.3. La produzione di attività diversificate, per tipo e per argomento, con approcci differenti, ha consentito di avere un quadro più ampio delle competenze di ciascun alunno. Un punto di debolezza, invece, è rappresentato dal tempo: come docente e ricercatrice ho trovato i tempi di esecuzione e di preparazione del materiale, adeguato alla fascia di età degli studenti e all'argomento trattato, senza dubbio impegnativi. Anche per gli studenti non sempre è stato facile lavorare con tempi di esecuzione prestabiliti e scanditi dal cronometro. La mancata dimestichezza degli studenti a lavorare in classe in maniera alternativa alle prassi didattiche tradizionali, e la conseguente difficile gestione della classe, hanno certamente condizionato questo aspetto, che è però facilmente migliorabile con la pratica. Il lavoro di gruppo rientra tra i punti di forza della ricerca, perché in esso viene racchiuso tutto ciò che a scuola si dovrebbe fare: unire, condividere e partecipare. Tuttavia, nelle Scuole Secondarie di Primo Grado tale metodologia viene poco adottata dai professori, perché richiede troppo tempo per portare a termine un argomento di studio.

Altri punti di debolezza rilevati nel corso della sperimentazione riguardano la difficoltà di comprensione del lessico specifico da parte degli alunni, la poca predisposizione da parte del corpo docente a lavorare con approccio *Inquiry*, nonostante l'ampia letteratura internazionale mostri la sua efficacia nella didattica delle Scienze sperimentali, e la difficoltà di assegnare una valutazione oggettiva relativa al contenuto trattato o al prodotto realizzato. Questo punto è stato inquadrato come punto di debolezza; tuttavia, visto come prima prova con un nuovo approccio e come parametro iniziale per comprovare la validità dell'approccio IBSE, può essere inteso anche come punto di forza per preparare gli studenti alle prossime rilevazioni OCSE-PISA.

I docenti che hanno partecipato alla sperimentazione ed ai seminari hanno mostrato interesse e coinvolgimento. Tra i punti di debolezza che la ricercatrice ha riscontrato in prima persona, ed evidenziato anche dai feed-back ricevuti dagli insegnanti nel corso dei seminari, c'è la difficoltà di predisporre le rubriche per la valutazione. La strutturazione e l'utilizzo delle rubriche, congiuntamente a tempi di esecuzione/preparazione troppo dilatati, rappresentano il punto di debolezza più significativo riscontrato in questo progetto. D'altra parte il carattere interdisciplinare, il semplice reperimento e riutilizzo del materiale impiegato nelle attività pratiche, il Compito di Realtà pronto da riproporre, oltre alla facilità di effettuare una valutazione relativa alle competenze sociali degli studenti, rappresentano indubbiamente un vantaggio della sperimentazione.

Il Compito di Realtà, poi, è la parte della sperimentazione che è stata maggiormente apprezzata sia dai docenti che dagli alunni: tra i punti di forza vengono infatti annoverati, oltre alla riscoperta collettiva delle attività manuali, la facilità di reperimento dei materiali da riutilizzare, la contestualizzazione dell'attività nell'economia del paese, lo stretto legame con le competenze matematiche legate all'economia circolare, al concetto di risparmio e riuso, ed infine il recupero della *socialità* del mercato cittadino. Quest'ultimo è stato infatti percepito dagli alunni come momento non solo di scambio di merci, ma anche di collettivizzazione dell'esperienza vissuta e come momento che innesca nuove relazioni umane e sociali. Durante i mercatini realizzati dagli alunni (Cfr. Par.

3.3.3), essi stessi si sono mostrati entusiasti di raccontare ad ogni potenziale cliente sia il percorso fatto per realizzare l'oggetto in vendita che la motivazione che li ha spinti a scegliere dei materiali di recupero. Sembra dunque che, come avviene nelle società tradizionali, nel momento dello scambio sia più importante il rapporto personale che si innesca o si rafforza rispetto alla mera transazione di merci, fattore secondario rispetto alla relazione, che è quello primario (Diamond, 2012).

ATTIVITÀ DEL BLOCCO DUE	PUNTI DI DEBOLEZZA	PUNTI DI FORZA
I Attività	- Formulare domande adeguate alla rilevazione dell'obiettivo - Difficoltà di comprensione del lessico specifico da parte degli studenti	- Utilizzo di due diversi canali per veicolare il contenuto: testo e grafico
II Attività	- Tempi dilatati per la scarsa abitudine al lavoro di gruppo - Il corpo docente è scarsamente incline a lavorare con approcci <i>Inquiry</i>	- Vicinanza dell'argomento trattato alla realtà quotidiana - Lavoro di gruppo - Utilizzo di due diversi canali per veicolare il contenuto: testo e grafico
III Attività	- Tempi di esecuzione e di preparazione del materiale troppo dilatati - Scarsa abitudine degli studenti a lavorare in gruppo - Difficoltà nella formulazione di domande investigabili - Il corpo docente è scarsamente incline a lavorare con approcci <i>Inquiry</i> - Difficoltà di assegnazione di una valutazione relativa al contenuto trattato	- Carattere interdisciplinare - L'approccio IBSE in tutte le sue fasi in particolare la fase <i>Engage</i> - La diversificazione degli approcci didattici impiegati - <i>Team-working</i> - Facilità di reperimento e riutilizzo del materiale impiegato nelle attività pratica - Facilità di stabilire una valutazione relativa alle competenze sociali
IV Attività	- Reperire il materiale adatto all'età degli alunni e al contesto scolastico - Formulare domande adeguate alla rilevazione dell'obiettivo - Difficoltà di comprensione del lessico specifico da parte degli studenti	- Vicinanza dell'argomento trattato alla realtà quotidiana - Utilizzo di due diversi canali per veicolare il contenuto: testo e grafico
Compito di Realtà	- Difficile coordinamento temporale tra docenti di diverse discipline - Mancanza di compresenze durante cui realizzare manufatti senza dover smembrare la classe - Mancanza di spazi adeguati	- Facilità di reperimento dei materiali da riutilizzare - Riscoperta delle attività manuali; - Contestualizzazione dell'attività nell'economia del paese - Stretto legame con le competenze matematiche legate all'economia circolare, al concetto di risparmio, riuso etc. - Recupero della <i>socialità</i> del mercato cittadino - Facilità di stabilire una valutazione relativa alle competenze sociali e alle competenze imprenditoriali

Tab. 5.3. Punti di debolezza e punti di forza delle attività del Blocco DUE

Sulla base dei punti di forza evidenziati nel corso delle attività, i risultati ottenuti dalla sperimentazione soddisfano le esigenze didattiche e le attese della ricercatrice per quanto concerne:

- le Geoscienze come branca delle scienze per la sensibilizzazione degli alunni su temi rilevanti di educazione ambientale;
- i geomateriali come *topic* di partenza in unità didattiche interdisciplinari per introdurre ed approfondire i concetti di Sviluppo Sostenibile ed Economia Circolare;
- l'aumento del livello di coinvolgimento individuale;
- il lavoro di gruppo ed approccio IBSE come elemento stimolatore di apprendimento;
- il valore polivalente della fase *Engage*;
- l'enfatizzazione del legame realtà-territorio;
- legame tra attività cognitive, emotive e cinestetiche.

Senza trascurare specifici obiettivi didattici ed i traguardi di competenza fissati dalle Indicazioni Nazionali (2015), l'insegnante deve seguire lo sviluppo cognitivo dell'alunno adeguando il suo ruolo a specifiche esigenze didattiche, diverse non solo tra una classe ed un'altra, ma anche distinte all'interno della stessa classe. L'insegnante efficace, dunque, deve fungere da mediatore, facilitatore, guida e tutor. Questi traguardi si potranno raggiungere grazie ad un corpo docente ben preparato e mosso da una forte motivazione, da cui derivi una progettazione didattica che tenga conto delle *3H*, concetto che richiama l'acronimo delle tre parole inglesi *Heart, Head, Hand*. Esse rappresentano l'obiettivo che ogni insegnante dovrebbe prefissarsi durante la progettazione didattica di attività e contenuti, che puntino al coinvolgimento intellettuale, manuale ed emotivo dell'alunno (Pennesi, 2017 e Acqua 2018).

CAPITOLO 6 – CONCLUSIONI

Al centro di questa ricerca in Didattica delle Geoscienze sono stati affrontati temi scelti per la loro versatilità e per la possibilità di fare agganci interdisciplinari, elemento particolarmente importante per la Scuola Secondaria di Primo Grado ed ancora poco diffuso. Le attività didattiche sui geomateriali hanno permesso, infatti, di trattare argomenti di solito trascurati nella normale programmazione didattica delle scienze, ma anche temi trasversali ed attuali ad essi collegati quali: rifiuti come risorse, economia circolare, sviluppo sostenibile, cambiamenti climatici, usi e abusi delle georisorse, conflitti, migrazioni, etc. Queste attività, molto adatte a sviluppi interdisciplinari, hanno permesso di far assumere alle Geoscienze un ruolo nuovo e fondamentale come punto di partenza per proporre altri temi, permettendo inoltre di enfatizzare l'importanza di questa disciplina per acquisire conoscenze ed abilità trasversali. Inoltre, parte essenziale di questa ricerca è stato verificare se e come argomenti di Geoscienze possano veicolare in maniera efficiente conoscenze e competenze non solo ambientali, ma anche matematiche, che possono quindi essere applicate a problematiche concrete e di attualità.

Il focus dell'attività sperimentale proposta sono i geomateriali, scelti come *topic* per i seguenti motivi:

- le Nazioni Unite hanno approvato l'agenda per lo sviluppo dopo il 2015, conosciuta come Agenda 2030, che ha permesso interesse e visibilità del progetto di ricerca nelle scuole e di un follow-up negli anni successivi da parte degli insegnanti;
- a tutt'oggi risulta complesso svolgere attività su queste tematiche, in quanto non sono disponibili materiali didattici pronti che gli insegnanti possano utilizzare con facilità, risparmiando tempo ed energie;
- è sempre più importante e motivo di estrema attualità interessare gli alunni allo studio delle Scienze della Terra, che purtroppo sembrano sempre meno di interesse per i giovani;
- è indispensabile sensibilizzare le nuove generazioni ad un consumo più consapevole delle risorse naturali, poco insegnate e conosciute a scuola e date troppo spesso per scontate.

Attraverso argomenti di Geoscienze l'obiettivo specifico è stato quello di verificare se e come gli alunni riescono ad individuare e giustificare le relazioni tra variabili ambientali di un determinato fenomeno naturale e contemporaneamente valutare l'efficacia delle attività, attraverso l'approccio IBSE, nella diffusione di concetti e competenze inerenti allo Sviluppo Sostenibile. L'obiettivo di questa ricerca è scaturito dall'analisi di alcuni dati emersi da indagini del MIUR, dell'Unione Europea, presenti in letteratura o ricavati dall'esperienza personale come docente; questi dati hanno fornito alcune motivazioni fondamentali, quali:

- a) i risultati poco brillanti raggiunti dagli studenti italiani in termini di competenze in ambito scientifico, come evidenziato dagli ultimi dati OCSE (OCSE PISA e TIMMS 2015);
- b) la necessità di fornire agli alunni utili strategie risolutive per le domande formulate con le modalità utilizzate dall'INVALSI, per migliorarne i risultati in sede di esame finale (National Science Foundation, 1999).
- c) la difficoltà degli alunni a estrapolare dati matematici da contesti scientifici naturalistici (Acqua, 2018);

d) la presenza di diverso background formativo tra i docenti di scienze (Lancellotti et al 2016; Realdon et al 2016);

e) la scarsa diffusione dell'IBSE come pratica scolastica (Scapellato, 2014), specialmente nelle Scuole Secondarie di Primo Grado.

Tra le finalità della ricerca è stato considerato importante:

- far acquisire agli studenti la consapevolezza della propria identità come parte integrante del contesto naturale circostante, comprendendo il concetto di interdipendenza tra uomo ed ambiente;
- far loro assumere comportamenti responsabili nei confronti dell'ambiente ed acquisire una consapevolezza *glocal* (cioè delle interazioni tra contesto globale e locale).

I risultati ottenuti da questa ricerca hanno dimostrato che un approccio multidisciplinare basato sull'*Inquiry*, combinato con argomenti vicini al vissuto degli alunni e con attività svolte in *team-working*, diffondono in maniera efficiente conoscenze e competenze non solo ambientali ma anche matematiche. Dal punto di vista dei livelli di apprendimento raggiunti dagli studenti nel corso delle quattro attività proposte, gli alunni riescono a stabilire e giustificare relazioni tra variabili ambientali, e dunque per loro natura complesse. Il miglioramento nel processo di rilevazione delle variabili è da attribuirsi, oltre che alla reiterazione del compito, anche allo scambio di esperienze e procedure risolutive, nonché al *peer tutoring* durante i lavori di gruppo che si sono susseguiti nel corso dell'intera sperimentazione. Inoltre le attività pratiche proposte potenziano il processo di apprendimento attraverso un maggiore coinvolgimento attivo di tutti gli studenti, anche di quelli meno propensi allo studio "tradizionale". Infatti, le due attività pratiche svolte hanno permesso agli alunni in primo luogo di eliminare il livello di prestazione più basso tra quelli previsti nelle rubriche valutative (*Elaborato*, *Intermedio*, *Essenziale* e *Mancante*) e, in secondo luogo, di raggiungere livelli di prestazione più elevati a livello di completezza, pertinenza e precisione delle risposte elaborate in gruppo. Le attività pratiche sono state percepite dagli alunni come gioco da condividere con gli altri, e probabilmente proprio questa impressione si è tradotta in una maggiore attenzione e partecipazione alla lezione.

Dal punto di vista della sperimentazione i risultati hanno confermato come le attività pratiche siano più efficaci rispetto alla lettura di un testo o di un grafico. Quest'ultimo, grazie alla sua immediatezza visiva, viene preferito alla lettura di un articolo o di un testo. Infatti, in questa fascia di età, quando si stimolano le componenti sensoriali e cinestetiche si ottengono risultati più soddisfacenti e permanenti (Pennesi, 2017). La scelta di contenuti legati alle Geoscienze si è rivelata determinante ai fini dell'implementazione del concetto di Sviluppo Sostenibile, come mostrano i dati raccolti relativamente a questo parametro. A prescindere dalla durata dell'intervento della ricercatrice nelle classi (8h nell'IC "Paladini" e 2h nell'IC "Via U.Bassi"), si assiste ad una maggiore confidenza degli alunni nei confronti di questo concetto. A corroborare l'interiorizzazione dello stesso si trovano anche le iniziative descritte dagli alunni, anche se con gradi diversi di completezza-pertinenza-precisione, nel Traguardo di Competenza: analizzando infatti quanto da loro prodotto, si evidenzia quanto sia importante focalizzare l'attenzione degli alunni su argomenti ambientali aggiungendo anche la componente d'azione, ossia chiedere in maniera esplicita cosa farebbero essi stessi in particolari situazioni. Questo permette una maggiore immersione nel compito richiesto perché gli alunni si sentono chiamati in causa in prima persona e, nel rispondere, mettono in campo non solo le loro conoscenze, ma il loro stesso modo di essere. Inoltre è stata rilevata l'utilità del potenziamento

delle abilità cognitivo-linguistiche sottese alla sperimentazione, come la giustificazione e la sua differenza con altri procedimenti scientifici quali la definizione, la descrizione o la formulazione di ipotesi. Sarebbe infatti discutibile richiedere agli alunni, nel momento della valutazione, una giustificazione o una spiegazione delle risposte date senza aver debitamente analizzato e praticato queste abilità. Quindi, lavorare insieme agli alunni per affinare tali abilità aiuta a riconoscere l'importanza di questo procedimento scientifico nella scelta tra diverse teorie, e pertanto nella produzione della scienza stessa (Revel Chion et al., 2005).

Il fatto che si abbiano avute, in genere, prestazioni migliori nell'Ambito 2, quello cioè con la guida del docente, rafforza quanto già sostenuto in letteratura: gli approcci *Inquiry* ed IBSE sono efficaci per l'acquisizione di competenze, tuttavia, nella fascia d'età oggetto di questa sperimentazione, l'intervento guida del docente è stato importante, non tanto per raggiungere il livello più elevato di prestazione, quanto per eliminare il livello *Mancante*, soprattutto nell'attività di lettura di un testo (cfr. Cap 5.1).

In generale si può concludere che, per la fascia d'età presa in considerazione, l'IBSE strutturato si rivela la scelta migliore per veicolare competenze e contenuti. Permane il fatto che i contenuti appresi in un'attività IBSE debbano poi essere oggetto di successiva rielaborazione e memorizzazione individuale per garantire la permanenza degli stessi. Tale rielaborazione e successiva acquisizione di contenuti e procedure è ulteriormente stimolata dalle attività proposte, in quanto esse incuriosiscono prima e coinvolgono poi l'alunno, che si avvicina alla sistematizzazione dei contenuti di buona lena e con maggiore entusiasmo rispetto a quanto non faccia a seguito di lezioni tradizionali.

Da questi risultati emerge anche il ruolo cangiante, molteplice e sfaccettato del docente che segue il nuovo paradigma educativo: facilitatore di esperienze, disegnatore di ambienti di apprendimento, architetto della cultura di classe, stimolatore dell'apprendimento profondo, guida, direttore di esperienze, allenatore, tutore, mentore, valutatore, educatore di emozioni, curatore di intelligenze multiple etc. Agli insegnanti, dunque, è chiesto di potenziare il loro modo di fare scuola: devono evolvere e assorbire le moderne tecniche della comunicazione; devono essere attenti, creativi e coinvolgenti (Milani, 2013). Devono, soprattutto, essere motivati, appassionati del loro lavoro: un impegno difficile che richiede capacità, competenza, ma anche un giusto grado di empatia che permetta di entrare in sintonia con i ragazzi e di stabilire una reciproca relazione, utile a tirar fuori il meglio da ciascuno di loro. Quindi l'insegnante/educatore dovrebbe progettare le proprie attività tenendo in considerazione il principio delle "3H" (*Hand, Head, Heart*), così come proposto in questo studio e in quelli oggetto di altre tesi di dottorato tra esse collegate (Pennesi, 2017; Acqua, 2018).

I risultati relativi alla conoscenza e consapevolezza del concetto di Sviluppo Sostenibile mostrano che le attività realizzate permettono una sua evoluzione positiva (cfr. Fig. 5.7). Rilevante è la diminuzione di risposte di livello *Mancante* nell'ultima attività rispetto alla prima. Questo dato, oltre ad avvalorare la scelta di affrontare tale concetto per una serie di attività didattiche, evidenzia la sua scarsa diffusione in ambito scolastico, ma anche in altre componenti dell'ambiente educativo, quali quello familiare e sociale. La bellezza e la forza dell'educazione con il nuovo paradigma (cfr. Cap. 2.1) sono proprio quelle che permettono di coinvolgere gli alunni non solo come protagonisti attivi del

cambiamento a livello personale, ma anche come promotori di una nuova cultura ambientale da condividere con l'adulto a livello sociale e civico.

Queste conclusioni sono state tratte anche grazie alle relazioni fatte dagli alunni al termine delle attività del blocco DUE (cfr. Par. 3.3.3), nelle quali sono emerse svariate idee per la realizzazione dello Sviluppo Sostenibili su scala *global*. Ad esempio, il concetto di riduzione, legato al consumo, allo zaino ecologico o all'impronta ecologica, è un'idea ampia che passa dalla riduzione dei consumi, alla riduzione degli sprechi, fino all'attenzione alla qualità della filiera di ciò che si compra/consuma (filiera corta, stagionalità di frutta e verdura, etc.).

Di seguito si riportano alcune delle considerazioni più significative emerse da queste relazioni degli studenti, che assumono il significato di proposte attive: *"Fare la giornata del riuso e del riciclo per far capire l'importanza del riciclo"*, *"Fare dei corsi per imparare a riusare le cose invece di buttarle via"*, *"Fare una gara a premi dove vince la famiglia che ricicla di più"*, *"Fare un centro in cui la gente può portare le cose in buono stato che non usa più, così la gente più povera potrebbe usarle senza spendere tanto e senza sprecare risorse"*, *"Fare la festa della natura così la gente conosce cosa è la natura e la rispetta"*, *"Ogni volta che lasci della spazzatura riciclata puoi guadagnare dei soldi per poter fare spesa"*, *"Portare i ragazzi in gita in un luogo inquinato così capiamo che è brutto inquinare"*. Inoltre, la figura 6.1 presenta una *word cloud* realizzata inserendo le parole maggiormente presenti nelle relazioni fatte dagli alunni. Come si evince dall'immagine, le attività svolte hanno veicolato non solo contenuti (Geomateriali, Risorsa, Suolo, Ferro, Rame, Coltano, Ecologia) spesso sconosciuti prima, ma anche concetti interdisciplinari anche complessi che afferiscono all'educazione e allo Sviluppo Sostenibile (Riuso, Riciclo, Equità, Giustizia, Responsabilità, Sostenibilità), nonché alle procedure ed alle dinamiche di classe nel corso delle attività (Lavoro di gruppo, Relazioni).



Fig. 6.1. *Word cloud* contenente le parole più frequentemente usate nelle relazioni

Le attività presentate in questa tesi di dottorato hanno dimostrato che alcuni argomenti di Geoscienze possono essere efficacemente utilizzati come un nucleo fondante per le attività di Educazione Ambientale a scuola, attività che necessariamente coinvolgono anche altre discipline e insegnanti. Ciò consente di sottolineare anche l'importanza e la diffusione di argomenti di Geoscienze a scuola e la necessità di renderli più interessanti anche per quegli insegnanti che hanno per essi poco interesse o padronanza, agevolandone il loro insegnamento. L'Educazione Ambientale

può effettivamente prendere l'ispirazione dalle Geoscienze, costituendo quindi con esse un nucleo fondante per la trattazione di tali tematiche. Questo rappresenta un ruolo importante e un'opportunità per le Geoscienze, da affrontare e gestire con gli insegnanti, aiutandoli a mettere in evidenza i collegamenti con i tanti aspetti del sistema-Terra.

L'importanza dell'interdisciplinarietà delle Geoscienze è sottolineata, in questa sede, anche dal fatto che molti alunni che hanno partecipato alla sperimentazione hanno poi presentato, in sede d'esame finale, un percorso che, partendo dalle Georisorse, ha affrontato problematiche di attualità (immigrazione, sfruttamento del lavoro), geografiche (distribuzione delle risorse, caratteristiche dei paesi ricchi di risorse minerarie) e storiche (guerre economiche presenti e passate). Questo è un risultato estremamente significativo, perché evidenzia la persistenza di interesse degli studenti per le Geoscienze, che l'approfondimento tramite la tesina finale ha permesso di sviluppare ulteriormente.

Inoltre, la sperimentazione ha dato lo spunto, a colleghi particolarmente coinvolti, per continuare a lavorare non solo sulle tematiche proposte, ma anche per allargare il campo di applicazione, ad esempio partecipando a concorsi di riciclo-riuso banditi da varie associazioni e talvolta vinti a seguito di iniziative che si sono protratte anche nell'anno successivo alla sperimentazione (Appendice 26). Queste attività testimoniano la persistenza di interesse nelle scuole anche dopo la fine della sperimentazione. Si può quindi affermare che il successo di quanto proposto contribuisce ad aumentare la diffusione dei temi trattati in questa ricerca e ad attirare ulteriormente l'interesse di studenti, insegnanti, dirigenti e genitori, che era un'ulteriore finalità della ricerca.

L'ambiente non può essere utilizzato e sfruttato indefinitamente, ma deve essere considerato come un patrimonio comune, degno di conservazione e giusto rispetto, come una componente fondamentale della qualità della vita. È illusorio pensare di migliorare la situazione ambientale solo attraverso leggi e norme speciali senza passare attraverso una tappa di formazione ambientale che permetta ad ogni individuo, qualsiasi sia l'età ed il contesto sociale in cui è inserito, di comprendere le relazioni fondamentali che legano l'uomo e l'ambiente, e che allo stesso tempo interagiscono tra loro. L'Educazione Ambientale deve quindi essere intesa come un insieme di interventi volti a sviluppare le facoltà intellettuali, morali e fisiche degli individui secondo determinati principi che mirano al rispetto ed all'integrazione nell'ambiente, intendendo per ambiente quel complesso di condizioni sociali, morali, culturali e naturali in cui un individuo vive e sviluppa la propria personalità.

Tuttavia l'Educazione Ambientale non si deve limitare a trasmettere l'informazione, a sensibilizzare i cittadini, a diffondere le conoscenze ma piuttosto deve mirare ad un corretto e lungimirante rapporto uomo-ambiente, modificando le abitudini ed i comportamenti, deve farsi promotrice di valori nuovi, dando criteri ed orientamenti per risolvere i problemi e prendere delle decisioni. L'Educazione Ambientale necessita di un quadro educativo strutturato, completo e coerente sia nell'ambiente scolastico che al di fuori di esso e a tutti i livelli, dalla scuola dell'infanzia all'università. Un quadro in costante aggiornamento ed evoluzione per poter fronteggiare le future sfide ambientali e che si arricchisce di spunti, idee e soluzioni da parte di tutti gli attori della società civile ed educante. Fondamentale risulta dunque far avvicinare direttamente i giovani agli ambienti naturali per scoprirne i valori e per cercare un rapporto personale ed emotivo con l'ambiente attraverso le percezioni e le sensazioni; organizzare attività pratiche che riescano a coinvolgere i ragazzi in modo da far toccare con mano l'importanza della conservazione degli equilibri ambientali, le minacce da

fronteggiare e le possibili iniziative da intraprendere. La cultura ambientale, formatasi attraverso la scuola e l'informazione, è ancora oggi a livelli assai modesti: i programmi scolastici che prevedono l'Educazione Ambientale hanno difficoltà a decollare per carenza di testi, di materiali didattici e per problemi di coordinamento nell'organizzazione delle iniziative. La formazione in materia ecologico-ambientale dei docenti è spesso affidata alla coscienza professionale dei singoli insegnanti o ad attività didattiche autonome, improvvisate, episodiche, non inserite in un piano generale di programmazione.

L'educazione affronta oggi due grandi sfide: una *sociale*, che implica la formazione di individui che realizzino e gestiscano un'equa distribuzione delle risorse ed una *ecologica*, con la conseguente formazione di individui che apprendano a vivere in armonia tra di loro ed in armonia con la natura. Queste due componenti necessitano di un docente "nuovo", capace di comprendere che il nucleo fondante dell'atto educativo deve considerare le tematiche e le problematiche ambientali certamente da un punto di vista scientifico, ma a diverse scale di livello: globale e locale. Dunque ambientalizzare il curricolo è la risposta a questa doppia problematica attraverso l'Educazione allo Sviluppo Sostenibile: essa si sostiene con valori di giustizia, equità, tolleranza e responsabilità e considera la dimensione ambientale, sociale ed economica dell'educazione. Il suo proposito è formare cittadini capaci di vivere il presente e di tenere in considerazione che le proprie azioni si ripercuotono a livello globale e di guardare al futuro con un pensiero ed un'azione rivolti alle prossime generazioni (Missiacos, 2017).

BIBLIOGRAFIA

- Acqua, A. (2018). *Improving students' ability to identify variables using Geosciences IBSE activity about Soil*. PhD thesis, XXX ciclo Università degli Studi di Camerino.
- Adolphs, R. (2009). *The Social Brain: Neural Basis of Social Knowledge*. Annual Review of Psychology, 60, 693–716. <http://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163514>
- Andelman M., (2003). *La comunicación ambiental en la planificación participativas de las políticas para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica*. En: Tópicos en educación ambiental, 3 (9). México: pp 7-15
- Antoniazzi, S. (2010). *The enviromental impact of different wooden buildings: a comparative analysis*. Tesi di laurea in tecnologie e industrie del legno. Università Degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria.
- Arcà M., Guidoni P., (1986). *Guardare per sistemi, guardare per variabili. Un approccio alla fisica ed alla biologia per la scuola dell'obbligo*. AIF Editore
- Argentin, G., (2018). *Gli insegnanti nella scuola italiana. Ricerche e prospettive di intervento*. Editore: Il Mulino EAN: 9788815275493
- Artavia Granados J. M., (2005). *Interacciones personales entre docentes y estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje*. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación" on line (Consultato il 29 gennaio 2018) Disponibile en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44750208>
- Bachiorri A., Puglisi A. (2018). *Training of Science Teachers: the Perspective of Education for Sustainability*. International Conference: new perspective in science Edition 7, Conference Proceedings. ISBN: 8862929765 <https://conference.pixel-online.net/NPSE/conferenceproceedings.php> (Consultato il 16 aprile 2018).
- Bacone, F. (1653). *Cogitata et visa*.
- Barber B.R., (2010). *Consumati. Da cittadini a clienti*. Editore: Einaudi. ISBN-13: 978-8806201272
- Barkin D., (2001). *Superando el paradigma neoliberal: desarrollo popular sustentable*. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Barth M., Godemann J., Rieckmann M., Stoltenberg U., (2007). *Developing key competencies for sustainable development in higher education*, International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 8 Issue: 4, pp.416-430, <https://doi.org/10.1108/14676370710823582>
- Bartz, W.R., (2002). *Teaching Skepticism via the CRITIC Acronym and the Skeptical Inquirer*. The Skeptical Inquirer, pagg. 42-44.
- Bazarra L. e Casanova O., (2016). *La escuela ya no es un lugar*. Arcixformación, Madrid. ISBN: 9788461767618.
- Behrens T.E., Hunt L.T., Rushworth M.F., (2009). *The computation of social behavior*. Science, 1160-4.
- Bell R.L., Smentana L. & Binns I. (2005). *Simplifying Inquiry Instruction*. The Science Teacher, 72 (7), 30-34.
- Bertini G., Danise P., Franchini E. (2015). *Protagonisti delle scienze*. Edizione mursia scuola.

- Bisbal J. et al., (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Síntesis Edición. ISBN-13: 978-8477386216.
- Bonil J., Junyent M., Pujol R.M., (2010). *Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad*. Revista Eureka Enseñanza y Divulgación Científica. DOI: 10498/8933
- Bonil J., Sanmartí N., Tomàs C., Pujol R. (2004). *Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad*. Investigación en la Escuela, 53, pp. 5-19.
- Briggs R., (2001). *Wild thoughts: A Deconstructive environmental ethics?* Environmental ethics 23(2):115-134.
- Bruner J., (1967). *La cultura dell'educazione*, Milano, Feltrinelli.
- Bueno D., (2016). *Cerebrflexia. El arte de construir el cerebro*. Plataforma Actual. ISBN: 9788416620111.
- Caena, F. (2011). *Literature review teachers' core competences: requirements and development*. Education and training 2020 thematic working group "professional development of teacher", Luxemburg, European Commission.
- Calvino I., (1972). *Le città invisibili*. Einaudi. Torino
- Catastini L., (2017). *Noi e la matematica. Un divertimento ad ostacoli. Raccontare la matematica*. Edizioni il Mulino. EAN: 9788815267337.
- Cappa F., (2016). *La formazione tra antichi dispositivi e nuovi paradigmi*. Nóema, 7-1: la conoscenza al lavoro. <https://riviste.unimi.it/index.php/noema/article/view/6759> (Consultato il 16 marzo 2018).
- Cassany D., (2006). *Tras las líneas: sobre la lectura contemporánea*. Barcelona, España: Anagrama.
- Cavallo R., (2011). *Meno 100kg, ricette per la dieta della nostra pattumiera*. Edizioni Ambiente. ISBN: 9788866270188
- Circolare Ministeriale MIUR n.339, 18 novembre 1990.
- Circolare del MIUR n.3 del 13.02.2015.
- Circolare Ministeriale MIUR n° 22 e Documento del comitato Scientifico-Avvio delle misure di accompagnamento delle Indicazioni nazionali 2012. Primi adempimenti e scadenze, 26 Agosto 2013 - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Dipartimento per l'Istruzione Direzione Generale per gli Ordinamenti scolastici e per l'Autonomia Scolastica.
- Cogan J. E Derricott R., (2000). *Citizenship for the XXI century: an international perspective on education*. Kogan page. London. ISBN: 0749432012.
- Colombo, M., (2017). *Gli insegnanti in Italia. Radiografia di una professione*. Editore: Vita e Pensiero. EAN: 9788834332115
- Costituzione Italiana, Gazzetta Ufficiale n.298 del 27-12-1947 e successive modifiche.
- Dale E., (1969). *Audio-visual methods in teaching*. New York: Dryden.
- Dam G. e Volman M., (2004). *Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies*. Learning and Instruction 14.

- Damasio A., (1994). *L'errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*. Editore: Adelphi. ISBN-13: 9788845911811.
- DaRe F., (2013). *La didattica per competenze apprendere competenze, descriverle, valutarle*. Pearson Italia, Milano – Torino. FA 6518 00075G.
- Davies D., McGregor D., (2016). *Teaching science creatively*. Routledge. ISBN-13: 978-1138909779
- Dehaene S., (2009). *I neuroni della lettura*. Ed. Cortina Raffaello, Milano. EAN: 9788815267337.
- Delors J., (1996). *Nell'educazione un tesoro*. Rapporto all'UNESCO della Commissione Internazionale sull'Educazione per il XXI secolo.
- Dewey J., (1910). *How we think?* D.C.HEATH & CO., PUBLISHERS. Reviews 2010.
- Diamond J., (2012). *Il mondo fino a ieri. Che cosa possiamo imparare dalle società tradizionali?* Einaudi editore. ISBN 9788806222895.
- Dionigi I., (2016). *Il presente non basta. La lezione di latino*. Mondadori. ISBN-13: 978-8804669753.
- Dolton P., Marcenaro O., De Vries R., She P-W., (2018). *Global Teacher Status Index*. Varkey Foundation. <https://indd.adobe.com/view/f9830548-699d-4697-bd62-856a8389e784> (Consultato l'8 novembre 2018).
- Duran D., (2014). *Aprenseñar. Evidencias e implicaciones educativas de aprender enseñando*. Narcea. ISBN: 9788427720503.
- Ellerani P., (2013). *Strumenti per promuovere e valutare le competenze*. Erikson, Trento. ISBN: 9788859003502.
- Ennis R.H., (1996). *Critical Thinking*. Englewood Cliffs, EEUU: Prentice Hall.
- Ehrman M., Oxford R., (1990). *Adult Language Learning Styles and Strategies in an Intensive Training Setting*. The Modern Language Journal, 74.
- Eurostat (2016). – Newsrelease - *World Teachers' Day Women teachers largely over-represented in primary education in the EU Almost 40% of secondary school teachers had reached the age of 50*. 189/2016.
- Fieschi R., (2012). *Dall'età della pietra alle nanotecnologie*. <http://www.7per24.it/2012/11/23/dall%E2%80%99eta-della-pietra-alle-nanotecnologie/> (Consultato il 10 aprile 2018).
- Fiorella L. e Mayer R., (2013). *The relative benefits of learning by teaching and teaching expectancy*. Contemporary Educational Psychology 38(4):281-288.
- Fiore F., (2016). *Metodi di ricerca qualitativa e quantitativa – Introduzione alla psicologia*. ID Articolo: 139846 - Pubblicato il: 22 settembre 2016 su State of Mind.
- Folch R., (1999). *¿Què és el desenvolupament sostenible?* Pensaments, núm. 7. Institut de Ciències de l'Educació, UdL. Lleida.
- Fonolleda Riberaygua M., (2007). *Análisis de la percepción que tienen un grupo de alumnos de Andorra de los problemas de movilidad para validar un material didáctico sobre sostenibilidad*. Tendencias de la Investigación en educación ambiental. Ministerio del Medio Ambiente.

- Franco R., (2018). *L'approccio IBSE nella didattica attiva delle Scienze della Terra*. Educare.it ISSN: 2039-943X - Vol. 18, n. 1 – Gennaio 2018.
- Furman M., Berreto Perez M. e Sanmartí Puig N., (2013). *El proceso de aprender a plantear preguntas investigables*. Educació Química EduQ. Numero 14, pp. 9-28.
- Galimberti U., (2002). *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*. Feltrinelli. EAN: 9788807817045.
- Galimberti U., (2014). *I vizi capitali e i nuovi vizi*. Feltrinelli. ISBN-13: 978-8807886003.
- García J. E., (2000). *Educación ambiental y ambientalización del currículo*. En: Perales, F.J., y Cañal de León, P. (Comp.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp. 585-613). Madrid: Marfil.
- Gattico E., Mantovani S., (1998). *La ricerca sul campo in educazione. I metodi quantitativi*. Milano, Bruno Mondadori. EAN: 9788842493471.
- Gentili G., (2017). *Prove di competenza, compiti di realtà e rubriche di valutazione*. Strumenti e materiali per valutare e certificare le competenze degli alunni. ISBN: 9788859013938.
- Gloger-Frey I., Gaus K., Renkl A., (2016). *Learning from direct instruction: best prepared by several self-regulated or guided invention activities?* Elsevier Volume 51, October 2017, Pages 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.11.002>.
- Goleman D., (1996). *Emotional intelligence: Why it can matter more than IQ*. New York. Bloomsbury. ISBN-13: 9780747528302.
- González G., (1999). *La educación ambiental. Las tareas pendientes para el desarrollo sustentable*. SEMANRAP, México.
- Grodzinska-Jurczak M., Bartosiewicz A., Twardowska A., Ballantyne R. (2010). *Evaluating the Impact of a School Waste Education Programme upon Students', Parents' and Teachers' Environmental Knowledge, Attitudes and Behaviour*. Pages 106-122, Published online: 29 Mar 2010
- Guimareas R., (1994). *El desarrollo sustentable: ¿Propuesta alternativa retórica neoliberal?* Eura, Santiago del Chile. Vol XX, núm. 61, pp 41-56.
- Harlen W. and Allende, J. (2009). *Report of the working group on teacher professional development in pre secondary. Inquiry-Based Science Education (IBSE)*. Impresión: GraficAndes® Sto. Domingo 4593 - Santiago – Chile.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge. London. ISBN-13: 978-0415476188.
- Henrich J., (2016). *The secret of our success. How Culture Is Driving Human Evolution, Domesticating Our Species, and Making Us Smarter*. Princeton University Press. ISBN: 9781400873296.
- Comitato Scientifico Nazionale per le indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione, (2018). *Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari* <http://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Indicazioni+nazionali+e+nuovi+scenari/3234ab16-1f1d-4f34-99a3-319d892a40f2> (Consultato il 26 aprile 2018).
- Jiménez Aleixandre M.P., Díaz de Bustamante J., (2003). *Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas*. Enseñanza de las ciencias, vol. 21 (3), pp. 359-370.

- Jiménez-Aleixandre M. P., Puig Mauriz B., (2010). *Evidence Evaluation and Critical Thinking in Second International Handbook for Science Education*. A cura di Fraser, Tobin, McRobbie, Dordrech, Springer.
- Johnson D. & Johnson R., (2009). *An educational psychology success story: social interdependence theory and cooperative learning*. Educational Researcher, 365-379.
- Johnston J. (2013). *Emergent science*. Routledge. ISBN-13: 978-1408237649.
- Jorba J. et al., (1998). *Hablar y escribir para aprender*. Barcelona: Rosa Sensat.
- Kirschner P.A. (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), 75–86.
- Kolb D.A., Fry R.E., (1974). *Toward an applied theory of experiential learning*. Cambridge.
- Kortland J. (1997). *Garbage: dumping, burning and reusing/recycling: students' perception of the waste issue*. International Journal of Science Education, 19:1, 65-77, DOI: 10.1080/0950069970190105
- Kuhn S.T., (1962). *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Torino, Einaudi, 2002.
- Latouche S., (2015). *Usa e getta. Le follie dell'obsolescenza programmata*. Bollati Boringhieri. ISBN: 9788833926476.
- Linnakylä P., (1996). *Quality of School Life in the Finnish Comprehensive School: a comparative view*. Scandinavian Journal of Educational Research, 40:1, 69-85, DOI:
- L'Ecuyer C., (2012). *Educar en el asombro*. Plataforma Actual. ISBN: 978-84-15577-42-3.
- L'Ecuyer C., (2015). *Educar en la realidad*. Plataforma Actual. ISBN: 9788416256563.
- Legge 53 del 28 marzo 2003, art. 2, comma 1b. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.77 del 02-04-2003.
- Legge 537/1993. Gazzetta Ufficiale n. 303 del 28/12/1993.
- Legge 59/1997 Gazzetta Ufficiale n. 63 del 17 marzo 1997.
- Lemke J.L., (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values (Language and Classroom Processes)*. Ablex Publishing Corporation. ISBN: 0-89391-565-3.
- MIUR, (2015). *Linee Guida della Circolare del MIUR n.3 del 13.02.2015*.
- Lozano R., Ceulemans K., Alonso-Almeida M., et al. (2015). *A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: results from a worldwide survey*. Journal of Cleaner Production, Volume 108, Part A, 1 December 2015, Pages 1-18.
- Marina J.A., (2017). *El bosque pedagógico y como salir de el*. Editorial Ariel. ISBN-13: 978-8434427051.
- Márquez Bargalló C., Prat A., (2005). *Leer en clase de ciencias*, en Enseñanza de las Ciencias, n. 23, vol. 3, pp. 431-440.

- Martínez J., (2014). *Lecciones de una década*. Carpeta informativa CENEAM.
http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2014-04-martinez-huerta_tcm7-322136.pdf
- Mayer, R. (2004). *Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction*. American Psychologist. 59(1) p.14-19.
- McMahon K., (2006). *Creativity in life processes and living things*. Creative Teaching: Science in the Early Years and Primary classroom London, David Fulton, pp. 119-142. ISBN 1843122596.
- Melgarejo X., (2013). *Gracias, Finlandia. Qué podemos aprender del sistema educativo de más éxito*. Plataforma Actual. ISBN: 9788415880400.
- Michellini M., (2015). *La formazione degli insegnanti in fisica come sfida di ricerca: problematiche, modelli, pratiche*. Giornale Italiano della Ricerca Educativa – Italian Journal of Educational Research © Pensa MultiMedia Editore srl – ISSN 2038-9736 (print) – ISSN 2038-9744 (on line).
- Milani I., (2013). *L'arte di Insegnare*. Editore: Vallardi EAN:9788867311934.
- Miller C. D., Alway M., McKinley D. L. (1987). *Effects of learning styles and strategies on academic success*. Journal of College Student Personnel, 28(5), 399-404.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e MIUR (2014). *Linee Guida Educazione ambientale per lo sviluppo sostenibile 2014*.
http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/LINEE_GUIDA.pdf
- Missiacos Cárdenas S.A., (2017). *Propuesta de un modelo formador ambientalizado del profesorado*. Tesi Doctoral en educació, Departament de didáctica de la matemática i les ciències experimentals. UAB, Barcelona, España.
- MIUR, (2012). *Indicazioni Nazionali per il Curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*. "Annali della Pubblica Istruzione", LXXXVIII, Numero speciale 2012.
http://www.indicazioninazionali.it/documenti_Indicazioni_nazionali/indicazioni_nazionali_infanzia_primo_ciclo.pdf p. 27.
- Montanari S., (2009). *Rifiuto: riduco e riciclo per vivere meglio. Guida alle buone pratiche*. Arianna Edizioni. ISBN: 9788887307634.
- Montessori M., (1995). *Ideas generales sobre mi método*. Losada. Buenos Aires.
- National Research Council, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Ed. National Academies Press. ISBN-13: 978-0309064767.
- National Science Foundation (1999). *Inquiry, Thoughts, Views, and Strategies for the K-5 Classroom*. Foundations, A monograph for professionals in science, mathematics, and Section B. Experimental activity technology education.
- Newton I., (1687). *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.
- Novo M., (1996). *La educación ambiental formal y no formal*. Revista Iberoamericana de educación, 11(75), 75.

- OCSE PISA, (2003-2015). *Indagine sui risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura*. http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2015/doc/rapporto_2015_assemblato.pdf
- Occhipinti S., (2014). *Models and guidelines for more effective tools and paths in an active teaching-learning in earth sciences: looking for a unifying principle*. PhD tesi, XXIV ciclo Università degli Studi di Camerino.
- OECD (2016). *Trends shaping education*. Publishing OECD, Paris. ISBN: 978926425016-1
- Omnis G., (2018). *Matematica e statistica nelle nuove indicazioni Ministeriali, usarle per competenze trasversali di cittadinanza*. <https://www.orizzontescuola.it/matematica-statistica-nelle-nuove-indicazioni-ministeriali-usarle-competenze-trasversali-cittadinanza-vediamo/>
- Osborne J., (2012). *The role of Argument: Learning how to learn in School Science*. Second International Handbook of Science Education. New York: Springer International Handbooks of Education, p. 933-949.
- Parisi, D., (2007). *Il vecchio e il nuovo paradigma della formazione*. In AA.VV., *La riflessività nella formazione*, cit., pp. 250-251. <http://www.labeleuropeolingue.it/guida/biblioteca/riflessivita1.pdf>
- Pascucci A. (2014). *da INDIRE con i fondi del Progetto PON Educazione Scientifica*, codice B-10-FSE-2010-4, cofinanziato dal Fondo Sociale Europeo. http://forum.indire.it/repository/cms/working/export/attachments/6644/textual/6644_ver_1.pdf
- Paul, R., Elder, L., (2005). *The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools*, Foundation for critical thinking, consultato il 15/03/2017. URL http://www.criticalthinking.org/files/Concepts_Tools.pdf
- Pennesi D. (2017). *Interdisciplinary educational laboratories on Soil & Geomaterials using the IBSE approach*. PhD thesis, XXIX ciclo Università degli Studi di Camerino.
- Petracca C., (2015). *Valutare e certificare nella scuola. Apprendimenti comportamenti competenze*. Lisciani Scuola. ISBN-13: 978-8876272547.
- Piaget J., (1961). *Development and learning*. Journal of research in science teaching Vol. II pagg 176-186.
- Pirrami F. (2010). *Apprendimento basato su problemi e inquiry, per una educazione scientifica contestualizzata, integrata e per tutti*. In L. Menabue & G. Santoro (Eds.), *New Trends in Science and Technology Education: selected paper: volume 1* (pp. 286-295). Bologna, Italy: CLUEB.
- Punch K., (2014). *Introduction to social research : quantitative and qualitative approaches*. Edition Third edition. Published Los Angeles, California SAGE, 2014. ISBN 9781446240922.
- ASviS, (2018). *L'Italia e gli obiettivi di sviluppo sostenibile*. Rapporto ASviS 2018. http://asvis.it/public/asvis/files/ASviS_REPORT_2018_Ristampa.pdf
- Oxfam GB, (2018). *Ricompensare il lavoro, non la ricchezza*. Pubblicato da Oxfam GB per Oxfam International. ISBN 9978-1-78748-157-2.
- Revel Chion A. Couló A., Erduran S., Furman M., Iglesia P., Adúriz-Bravo A. (2005). *Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar*. Enseñanza de las ciencias, número extra. VII congreso.

- Reyes J., (1997). *La educación ambiental en el medio rural*. EN:CESE. Contribuciones educativas para sociedades sustentables. Pátzcuaro, México: pp 131-140.
- Rhodes T.L., (2010). *Assessing outcomes and improving achievement: tips and tools for using rubrics*. Association of American Colleges and Universities.
- Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henriksson H. & Hemmo V. (2007). *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities. Consultabile nel sito http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.
- Rogoff B., (1993). *Aprendices del pensamiento: el desarrollo cognitivo en el contexto social*. Paidós, Barcellona. ISBN 8475098967.
- Rovira A., (2013). *La vida que mereces*. Tapa blanda. ISBN: 9788415431404.
- Sachs W. (1993). *The Development Dictionary: A Guide to Knowledge as Power*. Environmental Values 2 (1): 86-88.
- Saracho O.N., (2003). *Matching teachers' and students' cognitive styles*. Early Child development and care. 161-173.
- Sardà A., Sanmartí N., (2000). *Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias*. Enseñanza de las Ciencia, Barcelona, v. 18, p. 3, p. 405-422.
- Sauvé L., (2001). *L'éducation relative à l'environnement*. Montreal, HMN.
- Scacchetti M., Fantini R., (2016). *Argilla a Baiso (Reggio Emilia), tra problema e risorsa: un percorsodidattico nella scuola secondaria di 1° grado*. Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 40 (2016), pp. 80-84, 4 figs. (doi: 10.3301/ROL.2016.75)
- Shephard K., (2008). *Higher education for sustainability: seeking affective learning outcomes*. International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 9 Issue: 1, pp.87-98, <https://doi.org/10.1108/14676370810842201>
- Skinner B.F., (1953). *Science and Human Behavior*. Ed Free Pr. ISBN-13: 978-0029290408.
- Soria R., (2007). *Descripción y análisis de un programa de educación ambiental*. Tendencias de la Investigación en educación ambiental. Ministerio del Medio Ambiente.
- Spitzer M., (2013). *Demenza digitale. Come la nuova tecnologia ci rende stupidi*. Ed. Corbaccio. ISBN 9788863805918.
- Sternberg R.J., (1997). *Thinking Styles*. Cambridge University Press. ISBN: 9780521657136.
- Sterlig S., (2014). *Educazione sostenibile*. Anima Mundi Editrice. ISBN 9788886627474.
- Stevens D. et al., (2012). *Introduction to Rubrics: An Assessment Tool to Save Grading Time, Convey Effective Feedback, and Promote Student Learning*. ISBN-13: 978-1579225889.
- Tessaro F., (2012). *Lo sviluppo della competenza. Indicatori e processi per un modello di valutazione*. Formazione e Insegnamento (ISSN:19734778), 1, 105-119.

- Tessaro, F., (2015). *Compiti autentici o prove di realtà?* Formazione e Insegnamento. Rivista internazionale di Scienze dell'educazione e della formazione, 12(3), 77-88.
- Tilbury D., (1995). *Environmental education for sustainability: defining the new focus of environmental education in 1990s*. Environmental education research, 1(2), 195-212.
- Tomasello M., (2009). *Why we cooperate?* Katz Editores. ISBN: 9780262013598.
- Torres M., (2003). *Política nacional de educación ambiental*. Ministerio de Educación nacional y Ministerio del medio ambiente. Colombia.
- Trinchero R., (2012). *La ricerca e la sua valutazione. Istanze di qualità per la ricerca educativa*. Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies. N° 6 (2012). Online ISSN 2037-7924.
- Varisco B.M., (2004). *Portfolio Valutare gli apprendimenti e le competenze*. Carocci Editore, Roma. EAN: 9788843029556.
- Viola A. (2000.) *Antropología del desarrollo. Teorías y estudios etnográficos en América Latina*. Barcelona: Paidós, 67-101.
- Vygotskij L., (1966). *Pensiero e Linguaggio*. Giunti- Barbera Firenze. ISBN – EAN 9788809041165.
- UNECE (2012). *Learning for the future: Competences in Education for sustainable development*. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/ESD_Publications/Competences_Publication.pdf
- UNESCO (2011). *Unesco and education. Everyone has the right to education*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002127/212715e.pdf>
- Woodley E. (2009). *Practical work in school science why is it important?* School science review, 91 (335), pp 49-51.
- World Commission on Environment and Development-WCED, (1987). *Our common future*. Oxford University Press. Oxford.
- Young J.E. and Sachs A., (1994). *The Next Efficiency Revolution: Creating a Sustainable Materials Economy*. ISBN: 1-878071-22-X.
- Zuazagoitia & Villarroel, (2016). *Educación Química* Volume 27, Issue 1, January 2016, Pages 37-42.

SITOGRAFIA

http://www.istitutopaladini.gov.it/images/2014nuovosito/POFT/POFT_2016-19_aggiornatoa.s2017-2018.pdf

<https://iscviaugobassi.gov.it/wp-content/uploads/sites/276/PTOF-Via-Ugo-Bassi.pdf>

<http://www.womeninmining.org/activities/>

<https://www.youtube.com/watch?v=CRKFkPBY-oY>

<https://www.erickson.it/Pagine/Che-cos-e-un-compito-di-realt%C3%A0.aspx>

<http://www.istruzione.it/comunicati/focus170215.html>

<https://www.lavorareascuola.it/compito-di-realta/>

<http://www.stateofmind.it/2016/09/ricerca-qualitativa-e-quantitativa/>

<https://nuovadidattica.wordpress.com/agire-valutativo/15-lindagine-valutativa-osservazione-sistemica-questionari-interviste-colloqui/come-costruire-un-questionario/>

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi2oOXP8YDdAhXCK5oKHY3pCXAQFjAEegQICBAC&url=http%3A%2F%2Fwww.didattica.unitus.it%2Fweb%2Fscaricatore.asp%3Fc%3D1kc6fdvkh4x2s22lhp7r9hhko&usg=AOvVaw0Pwu4-VDql6h-4ZY24Gz7p>

<https://indd.adobe.com/view/f9830548-699d-4697-bd62-856a8389e784>

<https://timssandpirls.bc.edu/>

<http://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Indicazioni+nazionali+e+nuovi+scenari/3234ab16-1f1d-4f34-99a3-319d892a40f2>

<https://www.unric.org/it/agenda-2030>

La data dell' ultimo accesso alle URL citate è 29/01/2019

APPENDICE 1

QUESTIONARIO ABITUDINI DIDATTICHE

Materia insegnata.....Classe

1. Da quanto tempo insegna in questo istituto?
 1 anno ☐ 2 anni ☐ 3 anni ☐ Da più di tre anni ☐

2. Da quanto tempo insegna nella classe coinvolta nel progetto?
 dal presente a.s. ☐ Dallo scorso a.s. ☐ Ho seguito la classe dalla I media ☐

3. Nell'a.s. precedente con quale frequenza ha realizzato dei lavori di gruppo in questa classe?
 Mai ☐ Una volta al mese ☐ Due volte al mese ☐ Una volta a settimana ☐

4. Nell'a.s. precedente con quale frequenza ha utilizzato la LIM per le spiegazioni in questa classe?
 Mai ☐ Una volta al mese ☐ Due volte al mese ☐ Una volta a settimana ☐

5. Nell'a.s. precedente con quale frequenza gli alunni hanno fatto degli esperimenti in classe?
 Mai ☐ Una volta al mese ☐ Due volte al mese ☐ Una volta a settimana ☐

6. Nell'a.s. precedente con quale frequenza gli alunni hanno fatto delle attività pratiche (realizzazione di manufatti, poster, etc)?
 Mai ☐ Una volta al mese ☐ Due volte al mese ☐ Una volta a settimana ☐

7. Nell'a.s. corrente con quale frequenza ha realizzato dei lavori di gruppo in questa classe?
 Mai ☐ Una volta al mese ☐ Due volte al mese ☐ Una volta a settimana ☐

8. Nell'a.s. corrente con quale frequenza ha utilizzato la LIM per le spiegazioni in questa classe?
 Mai ☐ Una volta al mese ☐ Due volte al mese ☐ Una volta a settimana ☐

9. Nell'a.s. corrente con quale frequenza gli alunni hanno fatto degli esperimenti in classe?
 Mai ☐ Una volta al mese ☐ Due volte al mese ☐ Una volta a settimana ☐

10. Nell'a.s. corrente con quale frequenza gli alunni hanno fatto delle attività pratiche (realizzazione di manufatti, poster, etc)?

Mai ☐ Una volta al mese ☐ Due volte al mese ☐ Una volta a settimana ☐

11. Quali tra i seguenti approcci non ha **MAI** sperimentato in classe?

- ☐ IBSE - Inquiry Based Science Education
- ☐ CLIL - Content and Language Integrated Learning
- ☐ PBL - Problem Based Learning
- ☐ FLIPPED CLASSROOM
- ☐ COOPERATIVE LEARNING
- ☐ LEZIONE FRONTALE

12. Quali tra i seguenti approcci utilizza **PIU' FREQUENTEMENTE** in classe?

- ☐ IBSE - Inquiry Based Science Education
- ☐ CLIL - Content and Language Integrated Learning
- ☐ PBL - Problem Based Learning
- ☐ FLIPPED CLASSROOM
- ☐ COOPERATIVE LEARNING
- ☐ LEZIONE FRONTALE
- ☐ ATTIVITA' PRATICHE

13. Pensando alla sua attività didattica della sua materia d'insegnamento, nello scorso anno scolastico:

	MAI	QUACHE VOLTA	SPESSO	SEMPRE
Ho collegato l'argomento trattato con altre materie scolastiche				
Ho collegato l'argomento trattato con problematiche ambientali				
Ho collegato l'argomento trattato con fatti di attualità				
Sono partito dalle problematiche ambientali per affrontare un nuovo argomento				
Ho trattato le problematiche ambientali sotto vari punti di vista, collegando diversi argomenti.				
Ho parlato di risvolti sociali legati agli argomenti trattati				
Ho parlato dei risvolti economici legati agli argomenti trattati				
Ho parlato di risvolti sociali anche se non erano legati agli argomenti trattati (per uno spunto proveniente dagli alunni, legati ad un fatto di attualità etc..)				

Ho parlato dei risvolti economici anche se non erano legati agli argomenti trattati (per uno spunto proveniente dagli alunni, legati ad un fatto di attualità etc..)				
--	--	--	--	--

14. Nelle classi I affronto i seguenti argomenti

	MAI	SPESSE	SEMPRE	NEGLI ANNI SUCCESSIVI
Metodo scientifico				
La materia e le sue proprietà				
Temperatura, calore e passaggi di stato				
Le forze e il movimento				
Idrosfera				
Atmosfera				
Litosfera (suolo)				
Litosfera (minerali e rocce)				
Biosfera in generale (ecosistema, reti alimentari)				
Classificazione degli animali				
Altro.....				

15. Nelle classi III affronto i seguenti argomenti

	MAI	SPESSE	SEMPRE	NEGLI ANNI PRECEDENTI
Il lavoro e l'energia				
L'elettricità ed il magnetismo				
Le fonti di energia				
Nascita della genetica ed esperimenti di Mendel				
Struttura e funzione del DNA				
La riproduzione				
Il sistema nervoso				
L'evoluzione dei viventi				
L'Universo				
Il Sistema Solare				
La Luna				
Vulcani e terremoti				
Struttura e storia della Terra				
Altro.....				



QUESTIONARIO DOCENTI

Diffusione e gradimento attività Inquiry

Sezione 1. Informazioni generali

Scuola e classe di appartenenza

.....

Genere Età Disciplina

insegnata.....

Da quanti anni insegna (sia da precario che di ruolo)?

1-5 6-10 11-15 16-20 Oltre 21

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Sezione 2. Diffusione approccio Inquiry

Conoscevo l'approccio Inquiry prima dell'attività

- Sì ◦ No (passare alla domanda successiva)

Se sì, in quale occasione ne è venuta/o a conoscenza?

.....

.

Se sì, lo ha sperimentato in classe?

- Sì, nel seguente argomento

.....

- No, perché

.....

Sono interessata/o ad approfondire l'approccio Inquiry

- Sì
- No

Sezione 3. Gradimento dell'attività Inquiry

1=per niente d'accordo, 2=poco d'accordo, 3=d'accordo, 4=molto d'accordo, 5=del tutto d'accordo

La strutturazione del corso è stata soddisfacente

1 2 3 4 5

Per niente d'accordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Del tutto d'accordo

Sono stato/a coinvolto/a dall'attività proposta

1 2 3 4 5
Per niente d'accordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Del tutto d'accordo

L'attività proposta con l'approccio Inquiry è stata interessante

1 2 3 4 5
Per niente d'accordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Del tutto d'accordo

Ho capito cos'è l'approccio Inquiry

1 2 3 4 5
Per niente d'accordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Del tutto d'accordo

Ho intenzione di proporre questo approccio alle mie classi

1 2 3 4 5
Per niente d'accordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Del tutto d'accordo

I materiali forniti sono state utili

1 2 3 4 5
Per niente d'accordo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Del tutto d'accordo

I punti di forza dell'attività svolta sono stati:

.....
.....

I punti di debolezza dell'attività svolta sono stati:

.....
.....

Note e suggerimenti

.....
.....

APPENDICE 3

SCHEDA S₁

	Domande poste dal ricercatore
C	Quale problema si espone nel testo? Qual'è l'idea principale? Con quali contenuti scientifici può essere relazionato?
R	Chi ha scritto questo documento? Perché lo ha scritto?
I	Dal testo emergono idee o credenze che ha l'autore che scrive?
T	Si potrebbero fare degli esperimenti per verificare la problematica esposta nel testo?
I	Con quali dati o fatti l'autore sostiene la sua idea?
C	Le conclusioni sono d'accordo con la tua conoscenza scientifica? Perché?

APPENDICE 4

SCHEDA D₁

L₁ e L₂ → Consumo di Suolo e Raccolta Differenziata

	Domande poste dal ricercatore	Risposte Gruppi
C	Quale problema si espone nel testo? Qual è l'idea principale? Con quali contenuti scientifici può essere relazionato?	
R	Chi ha scritto questo documento? Perché lo ha scritto?	
I	Dal testo emergono idee o credenze che ha l'autore che scrive?	
T	Si potrebbero fare degli esperimenti per verificare la problematica esposta nel testo?	
I	Con quali dati o fatti l'autore sostiene la sua idea?	
C	Le conclusioni sono d'accordo con la tua conoscenza? Perché?	

APPENDICE 5

SCHEDA S₃

	Domande poste dal ricercatore
C	Quale problema si espone nel testo? Qual è l'idea principale? Con quali contenuti scientifici può essere relazionato?

APPENDICE 6
SCHEDA DELLE DEFINIZIONI – S₂

NOME DEL GRUPPO.....CLASSE.....DATA.....

GRANDEZZA = tutto ciò che si può misurare (età, peso, lunghezza dei capelli, altezza etc).

VARIABILE = è una grandezza che può assumere diversi valori e può essere dipendente o indipendente (quantità di ORE lavorate, PAGA percepita).

COSTANTE = è una grandezza che non cambia (numero degli occhi di una persona, numero lati di un triangolo etc.).

RELAZIONE = è un legame che lega due elementi di due insieme di oggetti che possono essere di natura diversa (es: gli alunni della classe e la loro data di nascita). *Adattato da Jorba et al., 1998*

DEFINIRE Descrivere con parole precise e appropriate le qualità, le caratteristiche essenziali di qualcosa, dire che cos'è, gerarchizzare, classificare.	SPIEGARE Far capire, chiarire, rendere chiaro e comprensibile qualcosa stabilendo una semplice relazione tra le cose.	GIUSTIFICARE Argomentare con valide ragioni, o provare, documentare la regolarità e la giustezza, o anche l'utilità, l'inevitabilità di un'azione, di un fatto. Dire il perché del perché.
...un OGGETTO Il pallone da calcio è rotondo, è fatto di pezzi di cuoio cuciti insieme che di solito sono bianchi e neri ma possono essere anche di altri colori.	Il pallone serve per giocare a pallone o a calcetto. Più cuoio ho più palloni riesco a produrre	Il pallone è rotondo perché deve rotolare sul terreno.
...un FATTO Luca oggi ha la faccia rossa come un peperone.	Luca non si è messo la crema protettiva sulla pelle e quindi ha la faccia rossa come un peperone. Meno tempo Luca sta esposto al sole e meno quantità di crema protettiva deve usare.	Luca ha la faccia rossa perché è stato al Sole senza mettersi la crema protettiva e perché la sua pelle non è abituata ai raggi del Sole
...un PROCESSO L'essiccazione del legno è il processo a cui il legno viene sottoposto prima della sua trasformazione in mobili o in altri oggetti	L'essiccazione del legno serve per togliere l'umidità del legno e può essere fatta in modo naturale (mettendo il legno al riparo) o artificiale (mettendo il legno in essiccatoio). Se il legno contiene meno umidità avrà bisogno di meno tempo per l'essiccazione.	Il legno appena tagliato contiene una grande quantità di acqua che lo rende tenero e quindi l'essiccazione del legno è importante perché, togliendo l'acqua, causa una maggiore resistenza meccanica del legno.

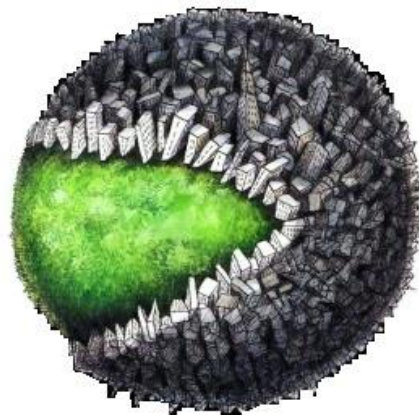
Adesso provate voi: scegliete un oggetto, un fatto ed un processo e compilate la tabella

DEFINIRE	SPIEGARE	GIUSTIFICARE
<i>...un OGGETTO</i>	.	
<i>...un FATTO</i>		
<i>...un PROCESSO</i>		

#stopalconsumodisuolo

Consumo del suolo: Il cancro che divora il Bel Paese

Quando si parla di sostenibilità ambientale e quindi di vivibilità, il nostro immaginario pensa subito all'aria che respira, alla disponibilità d'acqua potabile, alla vivibilità delle nostre città, lasciando forse in ultimo, lo scenario più reale in cui ogni giorno la nostra vita si svolge, e cioè il suolo e il mondo antropizzato e "costruito". Per consumo di suolo s'intende il passaggio da coperture agricole e naturali a coperture urbane; un passaggio che cambia tutte le funzioni dello spazio iniziale in modo permanente (Pilieri, 2009). Gli effetti causati dall'impermeabilizzazione del suolo sono molto vari e compromettono le funzioni produttive del terreno (con la conseguente riduzione delle produzioni agricole), la modificazione del paesaggio, dell'ecosistema, della sfera climatica e dell'assetto idraulico e idrogeologico.



Uno studio ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione Ambientale), che ha analizzato l'andamento del consumo di suolo dal 1956 al 2010, registra un ulteriore incremento, negli ultimi cinque anni, al ritmo forsennato di oltre 8 metri quadrati al secondo, pari al 6,9% del territorio nel 2010.

In altri termini, il nostro paese perde, ogni cinque mesi, un'area grande come l'intera città di Napoli, e su base annuale l'area equivalente a due città come Milano e Firenze, o ancora 340 m² all'anno pro-capite.

In testa alla classifica molte regioni del Nord, caratterizzate da una fortissima urbanizzazione. Un tema fondamentale per il nostro futuro, che vede fortemente impegnata l'UE poiché circa il 2,3% del territorio continentale è ricoperto da cemento. Lo stesso Presidente di ISPRA ha manifestato la forte esigenza di trovare "...un equilibrio tra il consumo di suolo, lo sviluppo delle città e il rapporto tra la campagna e l'area urbana".

Adattato da: <https://figliodellafantasia.wordpress.com/2013/02/11/consumo-del-suolo-il-cancro-che-divora-il-bel-paese/>

Osservate il grafico e rispondete

1. Quanto è la media della superficie consumata pro-capite in Italia?

.....

.....

2. C'è una relazione tra consumo di suolo ed impermeabilizzazione? Che tipo di relazione c'è?

.....

.....

3. Perché secondo voi c'è questa relazione?

.....

.....

Osservate i grafici e rispondete

1. Quali sono i paesi europei che consumano meno suolo?

.....

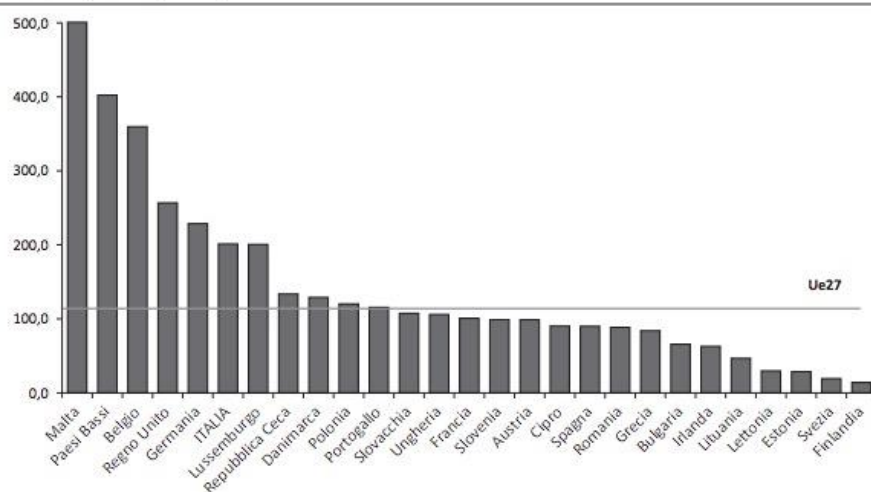
2. C'è una relazione tra la densità della popolazione e consumo di suolo? Che tipo di relazione c'è

.....

3. Perché secondo voi c'è questa relazione?

.....

Densità della popolazione nei paesi Ue
Anno 2011 (abitanti per km²)



Il confronto

IN EUROPA

La percentuale di superficie non più naturale nei diversi Paesi



- ❖ Per essere cittadini rispettosi dell'ambiente e della natura scrivete un'azione che fareste
 riguardo all'argomento
 trattato.....

.....

MARCHE, DAL RICICLO UN TESORO NASCOSTO

Adattato da: <http://www.cobat.it/communications/marche-dal-riciclo-un-tesoro-nascosto>
20/04/2016

I dati di Cobat e Cosmari: 144 mila tonnellate di rifiuti urbani raccolti a Macerata, 7 mila tonnellate di prodotti tecnologici avviati al riciclo in regione.

Oltre 144 mila tonnellate di rifiuti urbani raccolti l'anno scorso solo in provincia di Macerata. È il peso di 10 torri di Pisa messe una sopra l'altra. Ma c'è di più: i prodotti più preziosi da riciclare – quelli tecnologici – in tutte le Marche sono stati pari, nel 2015, a più di 7 mila tonnellate, l'equivalente sulla bilancia di 225 barche da 30 metri. Beni che, opportunamente raccolti e trattati, hanno generato nuove materie prime da reintrodurre nel ciclo produttivo, con un beneficio importante non solo per l'ambiente ma anche per l'economia locale. Sono questi i dati forniti da Cobat – Consorzio Nazionale Raccolta e Riciclo e Cosmari nel corso della tappa maceratese di Panorama d'Italia, una quattro giorni di eventi dedicati alle eccellenze del territorio organizzata dal settimanale Panorama.

Nel 2015 Cobat, storico consorzio che si occupa di raccogliere e avviare al riciclo rifiuti tecnologici, ha raccolto da solo presso ogni cittadino marchigiano (minori inclusi) una media di circa 4 chili e mezzo di pile, batterie, pneumatici, computer, televisori, moduli fotovoltaici, elettrodomestici e qualsiasi altro prodotto dotato di spina.

“Bisogna andare oltre il vecchio concetto di rifiuto – spiega Luigi De Rocchi, responsabile Studi e Ricerche di Cobat – Riciclare, oggi, significa abbattere le emissioni di CO2 e ottenere nuove materie prime senza il bisogno di estrarle o importarle. Per farlo, serve una struttura all'avanguardia che sappia anche fare ricerca, per imparare a recuperare i nuovi prodotti che si trovano sul mercato. L'esempio più importante è quello delle batterie al litio: Cobat è al lavoro con il CNR per trovare un sistema sostenibile per recuperare tutti gli elementi che le compongono. Questo potrebbe abbattere il costo delle stesse batterie e, di riflesso, dei prodotti alimentati da queste, come le auto elettriche, dando un nuovo impulso alla mobilità green.”

Nel contesto marchigiano, Macerata spicca per l'attenzione all'ambiente da parte dei cittadini e delle amministrazioni locali. “Abbiamo raccolto con piacere l'invito di Cobat a partecipare al prestigioso appuntamento di Panorama d'Italia – aggiunge Marco Graziano Ciurlanti, presidente di Cosmari - Del resto la proficua collaborazione con Cobat da un lato ci consente di recuperare e avviare a riciclo, grazie alla sensibilità dei cittadini dei comuni maceratesi, sempre più batterie esauste, salvaguardando l'ambiente da un rifiuto che se smaltito in maniera non corretta può provocare gravi danni, e dall'altro ci permette, ancora una volta, di presentare il nostro ciclo integrato di gestione dei rifiuti e i nostri progetti. Essere stati inseriti tra le “Eccellenze” maceratesi, al pari di altre importanti aziende, ci inorgoglisce e testimonia come Cosmari sia una realtà ambientale apprezzata anche a livello italiano.”

1. Qual è l'esempio più importante di recupero realizzato dal Cobat e dal CNR?

.....

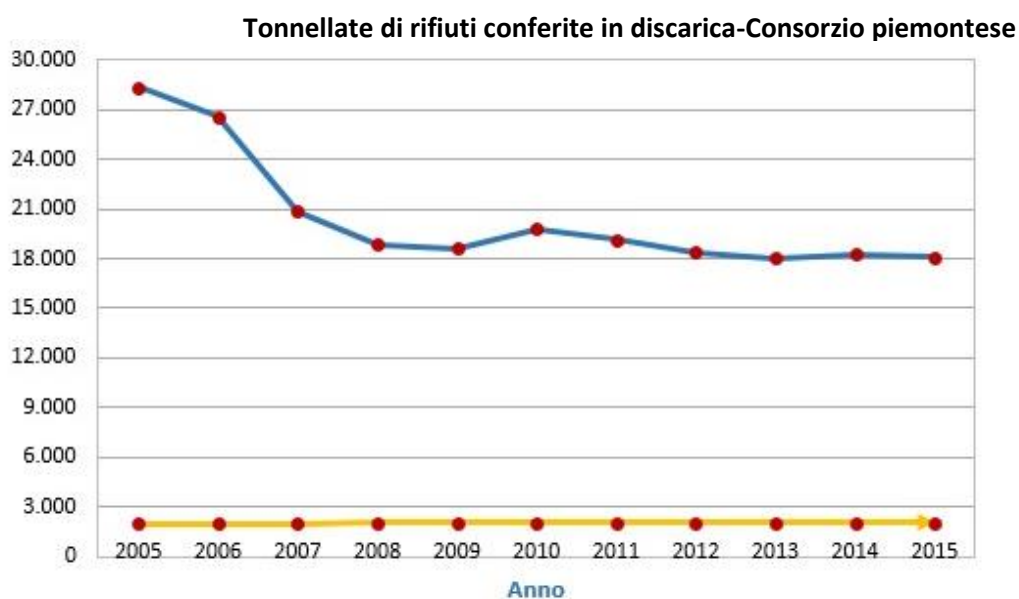
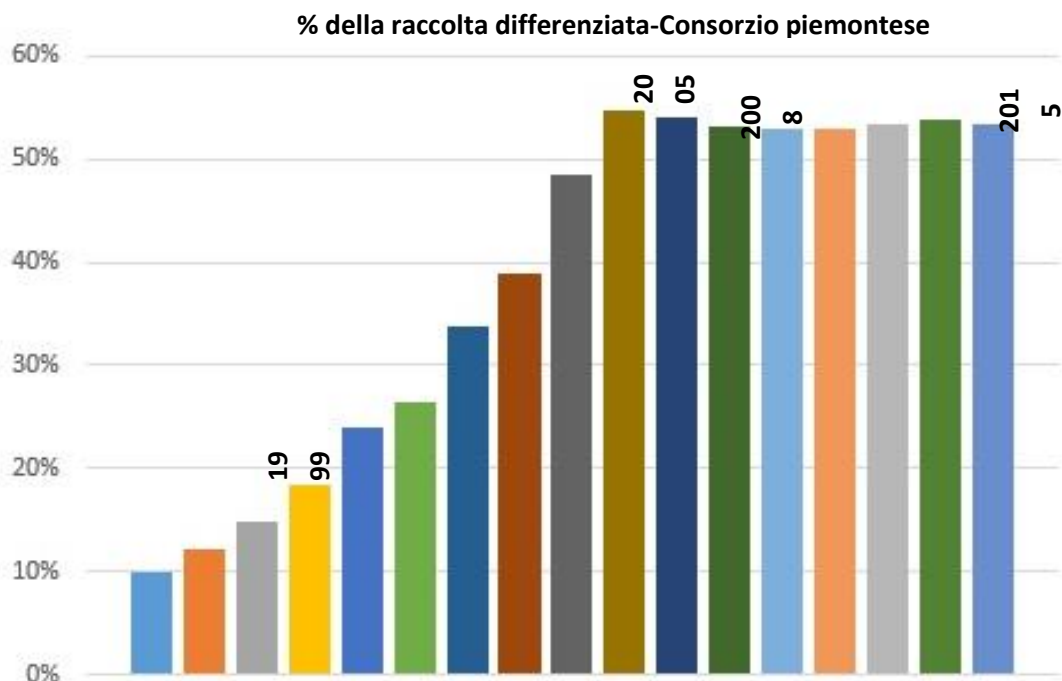
2. C'è una relazione tra la raccolta differenziata ed i benefici per l'ambiente? Che tipo di relazione c'è?

.....

3. Perché secondo voi c'è questa relazione?

.....

Osservate i grafici e rispondete



<http://www.cisaweb.info/raccolta-differenziata/statistiche.htm>

1. Quali sono le variabili prese in considerazione nel primo grafico?
2. C'è una relazione tra raccolta differenziata e rifiuti portati in discarica? Che tipo di relazione c'è?
3. Perché secondo voi c'è questa relazione?
 - ❖ Per essere cittadini rispettosi dell'ambiente e della natura scrivete un'azione che fareste riguardo all'argomento trattato.

APPENDICE 9

IL MODELLAMENTO DELLA SUPERFICIE TERRESTRE

Adattato da: Explora 3. Conoscere e sperimentare le scienze, ISBN:9788820340193. Elaborare scienza 3 ISBN:9788869643750

Se ci guardiamo intorno vediamo edifici, strade, campi coltivati, colline, montagne; vediamo cioè dei paesaggi. Si tratta di paesaggi costruiti, antropizzati (cioè umanizzati), modificati più o meno profondamente dall'uomo. Parliamo invece di paesaggi naturali se l'azione dell'uomo è secondaria rispetto agli elementi naturali presenti o se addirittura è del tutto assente (come in alta montagna, nelle foreste più impenetrabili o nei deserti).

Questi paesaggi ci paiono in continuo cambiamento oppure immobili, sempre uguali giorno dopo giorno, anno dopo anno? Guardando vecchie foto o navigando in internet ti accorgerai che i paesaggi cambiano non solo ad opera dell'uomo ma anche per gli agenti esogeni cioè acqua, vento, ghiaccio, variazioni di temperatura che modellano incessantemente la superficie terrestre ed agenti endogeni (attività di vulcani e terremoti).

L'azione dell'acqua (sotto forma di pioggia, ghiacciai, onde e correnti marine, umidità), ad esempio, è incessante ed è principalmente di due tipi:

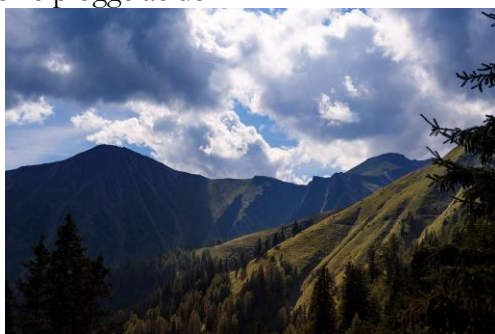
- Azioni di tipo fisico, che frantumano le rocce e le modellano senza però alterarne la natura

L'acqua penetra nelle fenditure della roccia: se gela aumenta di volume e quindi esercita una pressione sulle pareti della fessura, la allarga e con il tempo la roccia si frattura.

I calanchi si formano per il veloce scorrimento dell'acqua piovana su versanti argillosi privi di vegetazione

- Azioni di tipo chimico, che provocano cambiamenti nella composizione (e quindi le caratteristiche) delle rocce.

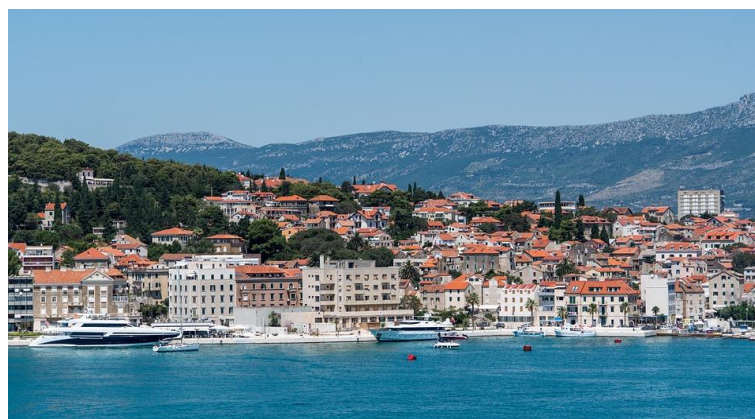
Es: le piogge acide



(1)



(2)



(3)

Diversi tipi di paesaggio: naturale (1), agricolo (2), antropico (3).

APPENDICE 10

CHE COSA SONO I MINERALI E LE ROCCE

Adattato da: *Explora 3. Conoscere e sperimentare le scienze*, ISBN:9788820340193. *Elaborare scienza 3* ISBN:9788869643750

La crosta terrestre è formata da rocce che sono costituite dall'unione di più minerali. I minerali sono sostanze omogenee che presentano di solito una struttura cristallina. I minerali, per essere definiti tali debbono: essere solidi, esistere in natura, avere una composizione chimica precisa, possedere una struttura cristallina (cioè ordinata) e devono essere composti inorganici

Sulla Terra sono presenti oltre 2000 tipi di minerali formati però da pochi elementi chimici combinati in modo diverso. Alcuni minerali come l'oro, l'argento, il diamante, lo zolfo sono formati da elementi puri. Il termine minerali comprende tre gruppi di sostanze che si estraggono dal sottosuolo: i minerali metalliferi da cui si estraggono i metalli, i materiali da costruzione (sabbia, ghiaia, argilla, etc) ed i minerali per la produzione di energia (petrolio, carbone, uranio, etc)

Come sono fatte le rocce

Le rocce sono costituite nella maggior parte dei casi dall'unione di più minerali. La classificazione delle rocce si basa sulla loro origine in base a cui vengono classificate in: magmatiche, sedimentarie e metamorfiche.

-Rocce magmatiche

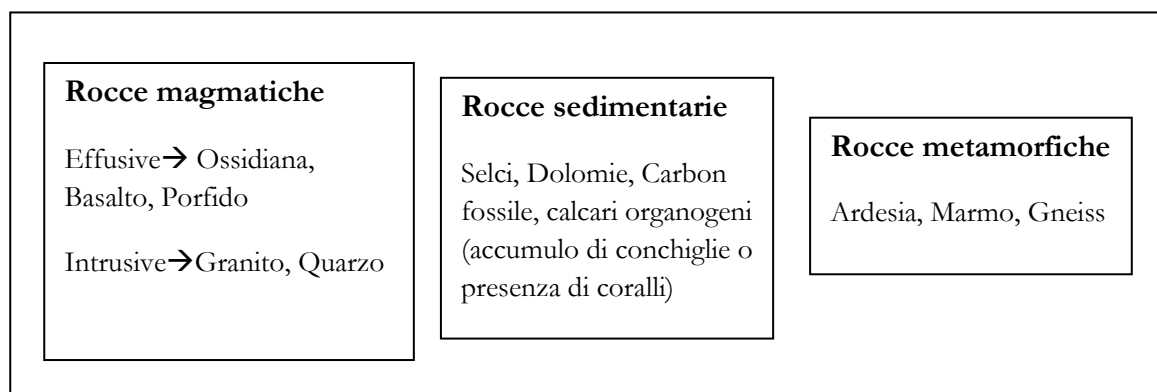
Le rocce magmatiche si originano dalla solidificazione del magma che proviene dall'interno della Terra. Il magma è un materiale fluido, ricco di gas e molto caldo proveniente dalle parti profonde della crosta terrestre o dal mantello. Questo magma man mano che risale si raffredda e solidifica. Se raggiunge la superficie il raffreddamento avviene in modo brusco e si formano delle rocce chiamate effusive. Le rocce effusive si formano in seguito ad eruzioni vulcaniche: in tal modo il magma che ha temperature di 1200°C, viene a contatto con l'aria, la cui temperatura è di gran lunga inferiore. Questo causa un improvviso raffreddamento con la formazione di cristalli di piccole dimensioni. Quando il magma non raggiunge la superficie il raffreddamento è più lento e si formano delle rocce chiamate rocce intrusive. Queste rocce si formano all'interno della crosta terrestre e sono ricche di cristalli anche molto grandi, visibili ad occhio nudo.

-Rocce sedimentarie

Le rocce sedimentarie si originano dalla sedimentazione e dalla successiva cementazione di materiali inorganici o dai resti di organismi. Le rocce sedimentarie clastiche sono formate da materiale derivante dall'erosione delle rocce, quelle organogene sono formate dai resti di organismi e da materiali prodotti da essi nel corso della vita (coralli), le rocce sedimentarie di origine chimica si formano dalle precipitazioni di sali contenuti nell'acqua in seguito ad evaporazione (Grotte di Frasassi).

-Le rocce metamorfiche

Le rocce metamorfiche derivano dalla trasformazione di altri tipi di rocce. Queste trasformazioni dipendono da cambiamenti di temperatura e pressione, senza che la roccia fonda. Alcune rocce metamorfiche hanno una struttura omogenea, altre presentano stratificazioni.

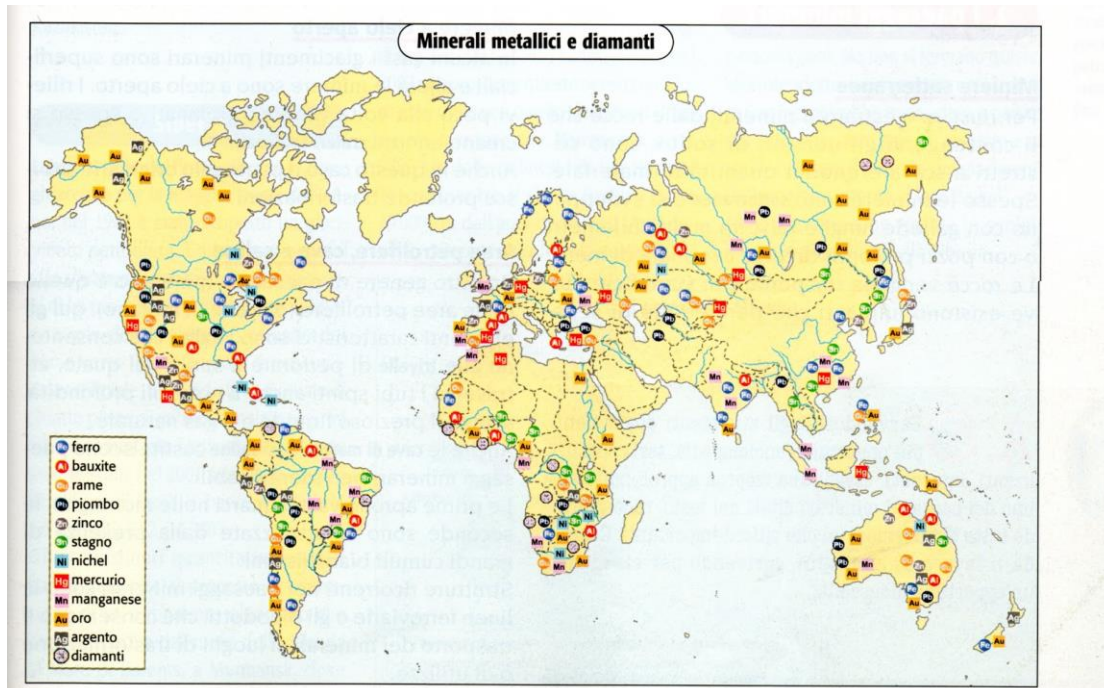


APPENDICE 11

RISORSE MINERARIE

Adattato da: *Explora 3. Conoscere e sperimentare le scienze*, ISBN:9788820340193. *Elaborare scienza 3* ISBN:9788869643750

Da sempre il possesso delle materie prime minerarie è stato un fattore d'importanza vitale per le società umane. Possiamo anzi dire che la corsa all'accaparramento e al controllo delle fonti d'approvvigionamento di tali risorse abbia influenzato gran parte del corso della storia umana fin dai suoi primordi. Si pensi all'ascesa della potenza siderurgica ittita nell'antico Vicino Oriente, o a quella etrusca, sempre legata alla metallurgia del ferro, nell'antica Italia. Lo sfruttamento delle risorse minerarie s'è venuto intensificando negli ultimi secoli per effetto dell'avanzare del processo d'industrializzazione. Ciò ha comportato una progressiva riduzione delle riserve di minerali disponibili sul nostro pianeta, ponendo problemi di risparmio e riutilizzo del patrimonio esistente. Il concetto di risorsa si è più volte modificato nel corso dell'evoluzione umana, in particolar modo in campo minerario. Si è così passati dalle varie età della pietra, a quelle dei metalli, il cui sfruttamento si è intensificato con l'avanzare del processo d'industrializzazione. Oggi, di pari passo con la ricerca di nuove riserve anche nei fondali marini, si ha l'elaborazione di nuovi materiali prodotti in laboratorio e dalle molteplici applicazioni. Lo sfruttamento delle risorse minerarie fa parte di un processo più ampio che ha inizio con l'indagine delle zone dove ci si attendono dei giacimenti, prosegue con lavorazione della materia prima e giunge fino al prodotto raffinato e alla sua commercializzazione. L'ineguale distribuzione delle risorse minerarie metalliche sul pianeta comporta dimensioni d'impresa considerevoli, in grado di far fronte alle oscillazioni dei mercati. Per quanto riguarda gli Stati, questi si possono raggruppare in quattro categorie: grandi produttori e insieme grandi consumatori; paesi ricchi prevalentemente consumatori; paesi in via di sviluppo esportatori; infine paesi scarsamente dotati di risorse minerarie. Negli ultimi tre secoli il consumo mondiale di minerali è aumentato di 120 volte, facendo prevedere un imminente esaurimento dei principali minerali metallici da cui dipende la sopravvivenza della società umana. Senza arrivare a una massiccia riduzione dei consumi finali di tali materiali, già da alcuni decenni si tende a limitare lo spreco di risorse minerarie mediante il risparmio di materie prime e d'energia nei processi produttivi, ma soprattutto attraverso il riciclaggio dei rottami e dei rifiuti industriali e civili, che stanno diventando a loro volta una preziosa risorsa.



Da: <https://paoladielle2.blogspot.com/2012/11/carta-tematica-risorse-minerarie.html>

Fonte: Alvaro, Fiorucci, *Geoturing*, Turingclub

APPENDICE 12

CHE COS'E' UNA MINIERA

Adattato da: *Explora 3. Conoscere e sperimentare le scienze*, ISBN:9788820340193. *Elaborare scienza 3* ISBN:9788869643750

Una **miniera** è un luogo dove avviene l'estrazione di rocce e minerali di interesse industriale, grazie a lavorazioni eseguite principalmente in ambienti sotterranei o sottomarini. Il termine indica anche il complesso industriale collegato all'attività di estrazione che è parte dell'industria mineraria. La varietà dei materiali estratti, assieme alle caratteristiche del luogo dove si trova la miniera rende profondamente diverso ogni complesso di estrazione. È possibile tuttavia individuare caratteri comuni nell'ambito delle miniere tradizionali: il flusso di lavorazione può essere descritto sinteticamente come *abbattimento del materiale utile*, seguito dal suo *trasporto* all'esterno, che comporterà un'evoluzione della miniera. Altro ambito comune è l'ambiente sotterraneo di lavorazione. Proprio grazie a quest'ultimo, il peso predominante per quanto riguarda i costi iniziali di avviamento di una miniera è dato dalla realizzazione di pozzi e galleria, dalla loro messa in sicurezza e dall'installazione dei macchinari fissi, che comunque possono variare notevolmente a seconda del minerale coltivato. Normalmente, la metodologia di scavo prevede di frantumare il materiale componente il giacimento con esplosivi o macchine da scavo, per poi asportarlo ed avviarlo alle successive lavorazioni. I materiali di scarico delle miniere provocano gravi danni ambientali. A questo proposito viene spesso citata una miniera di rame che si trova su un'isola della Papua Nuova Guinea e che ha scaricato 700 milioni di tonnellate di materiali di scarto in un fiume dell'isola distruggendo così la vita acquatica. Inoltre anche l'estrazione dell'oro in Brasile, nell'area amazzonica, utilizza una tecnica con l'acqua sotto pressione per demolire le colline aurifere. Questo tipo di estrazione ha reso limacciosi i fiumi ed i laghi e l'utilizzo del mercurio per recuperare l'oro ha contaminato vaste aree.

Tipi di energia impiegati

L'energia maggiormente impiegata nelle miniere è energia di tipo elettrico, usata sia come alimentazioni per motori, che per produrre aria compressa, altra fonte di energia secondaria molto utilizzata in miniera. Viene sfruttata, in misura comunque minore, energia di tipo termico, principalmente utilizzata per generatori elettrici di emergenza e per servizi esterni, come riscaldamento di vari ambienti.

Estrazione

Nell'ultima fase dell'estrazione il materiale viene portato al di fuori della miniera mediante dei contenitori che viaggiano mediante delle guide in pozzi verticali comunicanti con l'esterno (ad esempio delle gabbie che contengono i vagoncini sui cui era stato caricato il minerale): tali contenitori sono movimentati da funi collegate ad un motore.

Problemi di sicurezza

Nelle miniere, ai possibili incidenti generali che si possono verificare nelle comuni attività di lavoro, vanno aggiunti quelli legati alla particolarità dell'ambiente di lavoro.

Presenza di gas

La presenza di gas può essere nociva per più motivi, che vanno dalla possibile asfissia dei lavoratori, fino alla causa di terribili esplosioni. Tra i principali gas pericolosi per le miniere si può citare il grisù, un gas composto per gran parte di metano, che miscelato con l'aria in particolari percentuali, può dare luogo ad esplosioni; il grisù è comune nelle miniere di carbone. L'ossido di carbonio si può sviluppare in seguito ad esplosioni ed incendi, oltre che per causa dei motori diesel eventualmente presenti in miniera; può causare morte per asfissia in pochi minuti anche in bassissima quantità, a cui si aggiunge la sua caratteristica inodore. L'idrogeno solforato, presente nelle miniere di zolfo e di solfuri, è molto velenoso, ma può essere avvertito dagli operatori grazie al suo caratteristico odore di uova marce.

Fine vita

Ogni miniera ha un ciclo di vita che dipende dalla quantità di riserve, dalla velocità di estrazione e dalla sostenibilità nel tempo della convenienza economica all'estrazione.

APPENDICE 13

L'ESSERE UMANO, I MINERALI ED I METALLI

La storia dell'essere umano, delle civiltà può essere scritta anche con la storia dello sfruttamento delle risorse minerarie, dei metalli, della ricerca di nuovi giacimenti, dell'industria mineraria. Si ricordano alcune tappe della storia: dopo il neolitico, si ebbero le prime civiltà monumentali, in Egitto, in Mesopotamia, in India, in Cina, etc., con lo sviluppo della tecnica della lavorazione dei metalli (soprattutto rame e stagno), la produzione dei mattoni, della pietra squadrata, la realizzazione di muri poligonali, la lavorazione dei metalli nobili e di pietre preziose (3000-1700 a.C.); L'età del bronzo (1700-800 a.C.), allorché si diffuse in tutta Europa la lavorazione di gran parte dei metalli. L'età del ferro dal XII secolo a.C., con la lavorazione del metallo per armi, strumenti ed ornamenti che dal vicino oriente ed in Grecia, si diffuse in tutta Europa. La rivoluzione industriale, con le macchine a vapore, lo sfruttamento del carbone, la moderna siderurgia, dal 1700 in Inghilterra, poi in tutto il mondo, fino alla lavorazione delle leghe, e soprattutto degli acciai. Fino allo sviluppo della scienze, della moderna tecnologia, etc. Dapprima si lavorava il rame, in Sardegna, e poi lo stagno che i fenici importavano dalla Cornovaglia, e lavorato soprattutto dagli Etruschi. Con la scoperta dei giacimenti nel Campigliese, vicino a Livorno, nelle colline metallifere nell'isola d'Elba, iniziò la lunga storia mineraria della Toscana. I minerali del ferro e del mercurio furono per primi valorizzati dagli etruschi. Sull'origine degli Etruschi si sono fatte diverse ipotesi: origine autoctona, provenienza dall'Asia minore, provenienza settentrionale. Le tracce della loro presenza sono documentate per un periodo che va dal VIII al III sec. a.C. in quella zona geografica compresa fra i fiumi Arno e Tevere, tra il Mare Tirreno e gli Appennini, propriamente detta Etruria, zona da cui la civiltà Etrusca si è estesa in Val Padana e Campania. Attività principali erano l'agricoltura, l'artigianato, il commercio; al di sopra di questi gruppi sociali intermedi dominava l'aristocrazia terriera. A queste classi superiori dobbiamo la nostra conoscenza degli usi e del culto degli Etruschi, infatti le necropoli, con gli arredi funebri e le pitture murali ci raccontano di una società, nei suoi strati più elevati, raffinata, colta. Ne sono documento gli affreschi di conviti con danze e musica, scene di caccia.

Un esempio, fra i tanti, di città-stato è Populonia, la cui fortuna fu dovuta alla lavorazione del ferro proveniente dall'Isola d'Elba. Ancora oggi dalla sabbia del golfo di Baratti affiorano le scorie dei forni fusori. E proprio osservando il Golfo e la necropoli, a ridosso della spiaggia, ci possiamo rendere conto dello sviluppo di Populonia: in alto, sulla sommità della collina, l'Acropoli e nella parte inferiore la zona dei forni, all'approdo delle navi cariche del minerale ferroso. Se questo proveniva dall'Elba, altri metalli, Argento, Rame, Zinco e Stagno, provenivano dalla Valle Fucinaia presso Campiglia Marittima: oggi, in questa zona, si trova uno dei più importanti parchi Archeo-Minerari, la Rocca di S. Silvestro, dove l'attività mineraria è esistita fino ai primi del '900. In questo caso la scelta dell'insediamento viene stabilita dall'importanza dei giacimenti e del loro possibile sfruttamento. La maestria degli Etruschi nella lavorazione dei metalli ci è nota attraverso i reperti rinvenuti nelle varie necropoli (necropoli o città dei morti ossia un cimitero). Base della religione etrusca era il culto dei morti, la ricchezza delle sepolture era testimonianza del ruolo sociale svolto dal defunto. Nei riti funebri, che si ripetevano più volte nel corso dell'anno, si rendeva omaggio al defunto augurandogli protezione nel proseguimento della vita nell'oltretomba. Grandi cambiamenti si ebbero con la scoperta dell'America e dei territori da "sfruttare", o nuovamente da "coltivare"; con la rivoluzione industriale, lo sviluppo della Scienza della Terra e delle moderne tecnologie, prende corpo la moderna ingegneria mineraria. L'industria mineraria con alterne vicende (guerre mondiali, rivoluzioni tecnologiche, riconversioni, etc.) giunge all'attuale situazione, caratterizzata da una forte crisi, (totale per l'Italia) nel campo minerario-metallurgico, al contrario dei settori minerario-industriale e minerario-energetico.

Adattato da: <http://www.catpress.com/planet/terra/cetrusch.htm> e
<http://www.catpress.com/planet/terra/cstomin.htm>

APPENDICE 14
SCHEDA ESPERIMENTO
Estrazione mineraria del Rame (Cu)

ATTIVITÀ 3

In questa modellizzazione:

Il biscotto rappresenta La cioccolata superficiale rappresenta Le gocce rappresentano

Patrimonio di gruppo: 20 euro

PIM – Peso INIZIALE della Miniera (in grammi) =.....

PFM - Peso FINALE della Miniera (in grammi)=.....

SIS - Superficie INIZIALE Suolo (in quadretti)=.....

SFS - Superficie FINALE Suolo(in quadretti)=.....

SPESE	RICAVI	VERIFICA AMBIENTALE	VARIABILI RELATIVE AL PROCESSO ESTRATTIVO
Acquisto miniera €.....	<i>Ricavo parziale</i>		.....
Strumento 1 €.....	Peso delle “gocce” estratte	<i>SUOLO</i>	.....
Strumento 2 €.....	€ 2 euro x=	(SIS-SFS)=Superficie Suolo Consumato	.....
Tempo estrazione € 5		(.....-.....) =.....	.....
Bonifica €.....			.....
SPESA TOTALE (fate la somma di tutte le spese) €.....	GUADAGNO (al ricavo parziale sottraete la spesa totale) €.....	<i>PESO</i> (PIM-PFM)=Peso Miniera Consumata (.....-.....) =.....	.....
		<i>BONIFICA</i>	.....
		SSCx2€=.....	.....
		PMCx2€=.....	.....
		€ Totali di Bonifica=.....	.....

1. C'è una relazione tra l'estrazione mineraria, la salute dell'ambiente ed il ricavo in euro? Che tipo di relazione c'è?

.....

2. Perché secondo voi c'è questa relazione?

.....

APPENDICE 15
SCHEDA ESPERIMENTO
Riuso e riciclo dei minerali- Cu

ATTIVITÀ 4

Patrimonio di gruppo: 20 euro

PIM – Peso INIZIALE della Miniera (in grammi) =.....

SIS - Superficie INIZIALE Suolo (in quadretti)=.....

PFM - Peso FINALE della Miniera (in grammi)=.....

SFS - Superficie FINALE Suolo(in quadretti)=.....

SPESE	RICAVI	VERIFICA AMBIENTALE	VARIABILI RELATIVE DI RIUSO	VARIABILI RELATIVE DI RICICLO
Acquisto miniera €.....	<i>Ricavo parziale</i> Peso delle “gocce” NON estratte € 1 euro x=	<i>SUOLO</i> (SIS-SFS)=Superficie Suolo Consumato (.....-.....) =..... <i>PESO</i> (PIM-PFM)=Peso Miniera Consumata (.....-.....) =.....	.....	.....
Strumento 1 €.....			.....	.....
Strumento 2 €.....			.....	.....
Tempo estrazione €.....			.....	.....
Bonifica €.....	GUADAGNO (al ricavo parziale sottraete la spesa totale) €.....	<i>BONIFICA</i> SSCx2€=..... PMCx2€=..... € Totali di Bonifica=.....	.....	.....
SPESA TOTALE (fate la somma di tutte le spese) €.....			.....	.....
				
				

1. C'è una relazione tra il riciclo e/o il riuso, la salute dell'ambiente ed il ricavo in euro?

.....

2. Perché secondo voi c'è questa relazione?

.....

APPENDICE 16

Questionario sulla Consapevolezza Ambientale PRIMA dell'Attività

ALUNNO _____ **Classe** _____ **Sezione** _____ **Data** _____

1=per niente d'accordo, 2=poco d'accordo, 3=d'accordo, 4=molto d'accordo, 5=del tutto d'accordo

Metti una X nella casella scelta	1	2	3	4	5
E' importante comprare oggetti sempre nuovi					
L'inquinamento è un problema solo di alcuni paesi					
E' importante utilizzare oggetti usati					
E' meglio utilizzare cibi confezionati con qualsiasi tipo di imballaggio					
E' meglio utilizzare cibi confezionati con imballaggi riciclati					
I rifiuti sono una risorsa					

Secondo te le abitudini quotidiane hanno a che fare con la salvaguardia del pianeta Terra? In che modo?

.....

Secondo te che differenza c'è tra riutilizzare e riciclare? Spiegala.

.....

Riporta un esempio di come un rifiuto possa diventare una risorsa

.....

Che cos'è secondo te lo sviluppo sostenibile?

.....

APPENDICE 17

Questionario sulla Consapevolezza Ambientale DOPO l'Attività

ALUNNO _____ Classe _____ Sezione _____ Data _____

1=per niente d'accordo, 2=poco d'accordo, 3=d'accordo, 4=molto d'accordo, 5=del tutto d'accordo

Metti una X nella casella scelta	1	2	3	4	5
E' importante comprare oggetti sempre nuovi					
L'inquinamento è un problema solo di alcuni paesi					
E' importante utilizzare oggetti usati					
E' meglio utilizzare cibi confezionati con qualsiasi tipo di imballaggio					
E' meglio utilizzare cibi confezionati con imballaggi riciclati					
I rifiuti sono una risorsa					

Secondo te le abitudini quotidiane hanno a che fare con la salvaguardia del pianeta Terra? In che modo?

.....

Secondo te che differenza c'è tra riutilizzare e riciclare? Spiegala.

.....

Riporta un esempio di come un rifiuto possa diventare una risorsa

.....

Che cos'è secondo te lo sviluppo sostenibile?

.....

APPENDICE 18

Questionario Riflessione Attività Alunni

ALUNNO _____ Classe _____ Sezione _____

Metti una X nella casella scelta

1=per niente d'accordo, 2=poco d'accordo, 3=d'accordo, 4=molto d'accordo, 5=del tutto d'accordo

	1	2	3	4	5
Le attività svolte sono state interessanti					
Ho mostrato entusiasmo per le attività svolte					
Sono stato soddisfatto del lavoro svolto					
Ho trovato difficili gli argomenti affrontati					
Ho imparato nuovi concetti					
Le schede operative fornite erano utili					
Durante gli esperimenti mi sono divertito					
Gli esperimenti sono stati difficili da realizzare					

Immagina di essere il Sindaco della tua città: quali sono la/le azione/i che proporresti per realizzare uno sviluppo sostenibile?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



APPENDICE 19
SCHEDA OPERATIVA

SCUOLA _____ CLASSE _____ DATA _____

NOMI DEI COMPONENTI DEL GRUPPO: _____

1. Compilate la seguente tabella relativa al vostro materiale aiutandovi con la tabella 1:

CATEGORIA DI RIFIUTO	PESO DEL RIFIUTO	CO ₂ PRODOTTA PER LA PRODUZIONE EX NOVO	CO ₂ PRODOTTA PER IL RICICLO	CO ₂ RISPARMIATA CON IL RICICLO

TABELLA 1

DATI RIFERITI AD 1KG DI:	CO ₂ PRODOTTA PER LA PRODUZIONE EX NOVO	CO ₂ PRODOTTA PER IL RICICLO	CO ₂ RISPARMIATA CON IL RICICLO
ALLUMINIO	12,5 KG	0,6 KG	11.9 KG
VETRO	1 KG	0,8 KG	0,2 KG
CARTA	2,4 KG	1,1 KG	1,3 KG
PLASTICA	2,9 KG	2,03 KG	0,87 KG

2. Osservate attentamente la tabella soprastante, rispondete alle domande

Qual è l'imballaggio più conveniente dal punto di vista di emissioni di CO₂ con la produzione ex novo?

Qual è l'imballaggio più conveniente dal punto di vista di emissioni di CO₂ con il riciclo?

Mettete in ordine di importanza le tre azioni seguenti: RICICLARE, RIUSARE, RIDURRE

1).....

2).....

3)

APPENDICE 20

RUBRICA DEI LIVELLI– IDENTIFICAZIONE E GIUSTIFICAZIONE DELLA RELAZIONE

	CRITERI	DESCRIPTTORI	INDICATORI	ANCORE
LIVELLO A - ELABORATO	-Identifica la relazione -Giustifica la relazione individuata - Individua altre relazione connesse a quella/e di partenza.	- Completamente -Con pertinenza e precisione -Implementa la risposta con altre variabili che influenzano tale relazione	L₁ : Individua la relazione “maggior impermeabilizzazione=minor percentuale di suolo naturale” oppure “minore impermeabilizzazione=maggior percentuale di suolo consumato” e la giustifica con esempi pertinenti.	
			G₁ : Individua la relazione “maggior popolazione=minor percentuale di suolo consumato” oppure “minore popolazione=maggior percentuale di suolo consumato” e la giustifica con esempi pertinenti.	
			L₂ : Individua la relazione “maggior raccolta differenziata=maggiori benefici per l’ambiente” e la giustifica con esempi pertinenti.	
			G₂ : Individua la relazione “maggior raccolta differenziata= minore quantità di rifiuti portati in discarica” e la giustifica con esempi pertinenti.	
			P₃ : Individua tutti e tre i passaggi della relazione e li giustifica con esempi attinenti. Identifica altre relazioni riguardanti l’ambiente e la salute.	
			P₄ : Individua tutti e tre i passaggi della relazione e li giustifica con esempi attinenti. Identifica altre relazioni riguardanti l’ambiente e la salute.	

	CRITERI	DESCRIPTTORI	INDICATORI	ANCORE
LIVELLO B - INTERMEDIO	-Identifica la relazione -Giustifica la relazione individuata - Individua altre relazione connesse a quella/e di partenza.	-Parzialmente -Con pertinenza e precisione	L₁: Individua la relazione “maggiore impermeabilizzazione=minor percentuale di suolo naturale” oppure “minore impermeabilizzazione=maggior percentuale di suolo consumato” e la giustifica con esempi.	
			G₁: Individua la relazione “maggiore densità di popolazione=minor percentuale di suolo consumato” oppure “minore popolazione=maggior percentuale di consumato” e la giustifica con esempi.	
			L₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= maggiori benefici per l’ambiente” e la giustifica con esempi. Identifica altre relazioni riguardanti la raccolta differenziata e la salute dell’ambiente.	
			G₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= minore quantità di rifiuti portati in discarica” e la giustifica con esempi.	
			P₃: Individua solo il I e II passaggio della relazione oppure solo il I ed il III e li giustifica con esempi ed altre relazioni connesse a quelle di partenza, riguardanti l’ambiente o la salute.	
			P₄: Individua solo il I e II passaggio della relazione oppure solo il I ed il III e li giustifica con esempi.	

	CRITERI	DESCRIPTORI	INDICATORI	ANCORE
LIVELLO C - ESSENZIALE	-Identifica la relazione -Giustifica la relazione individuata - Individua altre relazione connesse a quella/e di partenza.	-Parzialmente individua o giustifica la relazione -Con pertinenza o precisione	L₁: Individua la relazione “maggiore impermeabilizzazione=minor percentuale di suolo naturale” oppure “minore impermeabilizzazione=maggiore percentuale di suolo consumato”.	
			G₁: Individua la relazione “maggiore densità popolazione=minor percentuale di suolo consumato” oppure “minore popolazione=maggiore percentuale di suolo consumato”.	
			L₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= maggiori benefici per l’ambiente” o giustifica la relazione senza esplicitarla.	
			G₂: Individua la relazione “maggiore raccolta differenziata= minore quantità di rifiuti portati in discarica” giustifica la relazione senza esplicitarla.	
			P₃: Individua solo un passaggio della relazione o giustifica la relazione. Individua altre relazioni connesse a quelle di partenza.	
			P₄: Individua solo un passaggio della relazione o giustifica la relazione. Individua altre relazioni connesse a quelle di partenza, riguardanti l’ambiente o la salute.	

	CRITERI	DESCRIPTORI	INDICATORI	ANCORE
LIVELLO N –MANCANTE	-Identifica la relazione	Non identifica nessuna relazione o nessuna risposta	L ₁ . G ₁ : Nessuna relazione individuata/giustificata o nessuna risposta	
	-Giustifica la relazione individuata		L ₂ . G ₂ : Nessuna relazione individuata/giustificata o nessuna risposta	
	- Individua altre relazione connesse a quella/e di partenza.		P ₃ : Nessuna relazione individuata/giustificata o nessuna risposta	
			P ₄ : Nessuna relazione individuata/giustificata o nessuna risposta	

APPENDICE 21

LIVELLI DI COMPLETEZZA, PERTINENZA E PRECISIONE APPLICATI NELLA RUBRICA DI INDIVIDUAZIONE E GIUSTIFICAZIONE DELLA RELAZIONE

COMPLETEZZA	LIVELLO A	Fa riferimento alle relazioni presenti nel testo, il ragionamento è esplicito. Presenta giustificazioni complete che relazionano fatti, dati scientifici e conoscenze pregresse.	La relazione tra la densità di popolazione ed il consumo di suolo c'è perchè più persone vivono in uno stato e più sarà il consumo di suolo. Questa relazione è presente perchè ognuno di noi ha una percentuale di suolo che gli serve ed usa per soddisfare i propri bisogni. Anche il tipo di alimentazione influisce sul consumo di suolo (1AT).
	LIVELLO B	Manca la trattazione di alcuni aspetti, il ragionamento è in parte implicito. Presenta giustificazioni meno complete che relazionano parzialmente.	Più sono le persone e più è da utilizzare il suolo (case, edifici, strade) e questa relazione c'è perchè le persone inquinano il suolo e lo rovinano (2AT).
	LIVELLO C	Non fa riferimento a tutte le relazioni presenti nel testo, mancano dei punti chiarificatori, non dà spiegazioni, semplicemente indica senza svilupparle.	Sì, c'è una relazione perchè più persone ci sono più il suolo viene utilizzato (3BT). Meno tempo si ha per l'estrazione e meno risorse si possono trovare (3CT).

PERTINENZA	LIVELLO A	La spiegazione contiene argomenti pertinenti ed accettabili scientificamente e nel contesto scolastico. Nel testo non ci sono idee inappropriate.	Riciclando o riusando aumenta la salute dell'ambiente e delle persone perchè consumiamo di meno le materia prime e riciclando i materiali si creano nuovi oggetti da riciclare (1EP).
	LIVELLO B	In alcune parti del testo ci sono idee non pertinenti unite da altre che lo sono. Nella risposta ci sono ragioni che non chiarificano l'argomentazione che si vuole esprimere o sono ragioni inaccettabili dal punto di vista scientifico.	Estrarre minerali può essere dannoso per la salute e più si estrae più si ricava perchè alcuni minerali sono tossici e possono gravare sulla salute dell'uomo; ovviamente più si estrae più si vende e ci si guadagna (1CT).
	LIVELLO C	La risposta ha poco contenuto scientifico, ci sono giustificazioni che presentano motivazioni non pertinenti e non accettabili né da un punto di vista scientifico nè di buonsenso.	Più un suolo è utilizzato più è forte la sua impermeabilizzazione. C'è questa relazione perchè tutte le nostre azioni sono sempre collegate al suolo (5ET).

PRECISIONE	LIVELLO A	Si usano le parole adeguate al contesto, non ci sono ambiguità.	Sì, più persone aderiscono alla raccolta differenziata meno inquinamento ci sarà. Questa relazione c'è perchè possiamo notare che riciclando possiamo evitare l'inquinamento e si possono produrre nuovi oggetti (3BT).
	LIVELLO B	Alcune frasi sono ambigue, l'uso del lessico specifico non è sempre corretto. Ci sono alcune imprecisioni che permettono comunque di seguire il ragionamento.	L'impermeabilizzazione è la causa del consumo di suolo perchè l'acqua, stagnandosi o non andando in profondità contribuisce a rovinare il suolo. L'uomo sfrutta troppo il nostro pianeta e le costruzioni contribuiscono all'impermeabilizzazione del suolo (1AT).
	LIVELLO C	Uso generalmente inadeguato delle parole che rende difficile la comprensione delle idee espresse.	L'impermeabilizzazione compromette le funzioni del terreno perchè l'uomo ci costruisce sopra. (3BT).

APPENDICE 22
RUBRICHE PER ANALIZZARE I TRAGUARDI DI CONOSCENZA E COMPETENZA

DEFINIZIONE SVILUPPO SOSTENIBILE	LIVELLO A <i>Elaborato</i>	Pertinenza –livello A Tiene conto di tutte le componenti dello sviluppo sostenibile Ha la componente di azione nella definizione	
	LIVELLO B <i>Intermedio</i>	Pertinenza –livello B Tiene conto solo di alcune componenti dello sviluppo sostenibile Ha la componente di azione nella definizione	
	LIVELLO C <i>Essenziale</i>	Pertinenza –livello C Esempi attinenti alla quotidianità degli alunni ma molto generici e non esplicitati. Definizione senza azione	
	LIVELLO N <i>Mancante</i>	Non pertinente Definizione non corretta, generica, banale e lacunosa “Non lo so”	

TRAGUARDO DI COMPETENZA	LIVELLO A <i>Elaborato</i>	Centrato Azione realizzabile Tiene conto della maggior parte delle attività svolte	
	LIVELLO B <i>Intermedio</i>	Parzialmente centrato Azione parzialmente realizzabile Tiene conto di poche attività svolte	
	LIVELLO C <i>Essenziale</i>	Non centrato ma affine Azione realizzabile ma non attinente alla quotidianità degli alunni o al loro vissuto personale Non tiene conto delle attività svolte	
	LIVELLO N <i>Mancante</i>	Non centrato Azione non realizzabile Non tiene conto delle attività svolte	

APPENDICE 23
Scheda rilevazione atteggiamento alunni

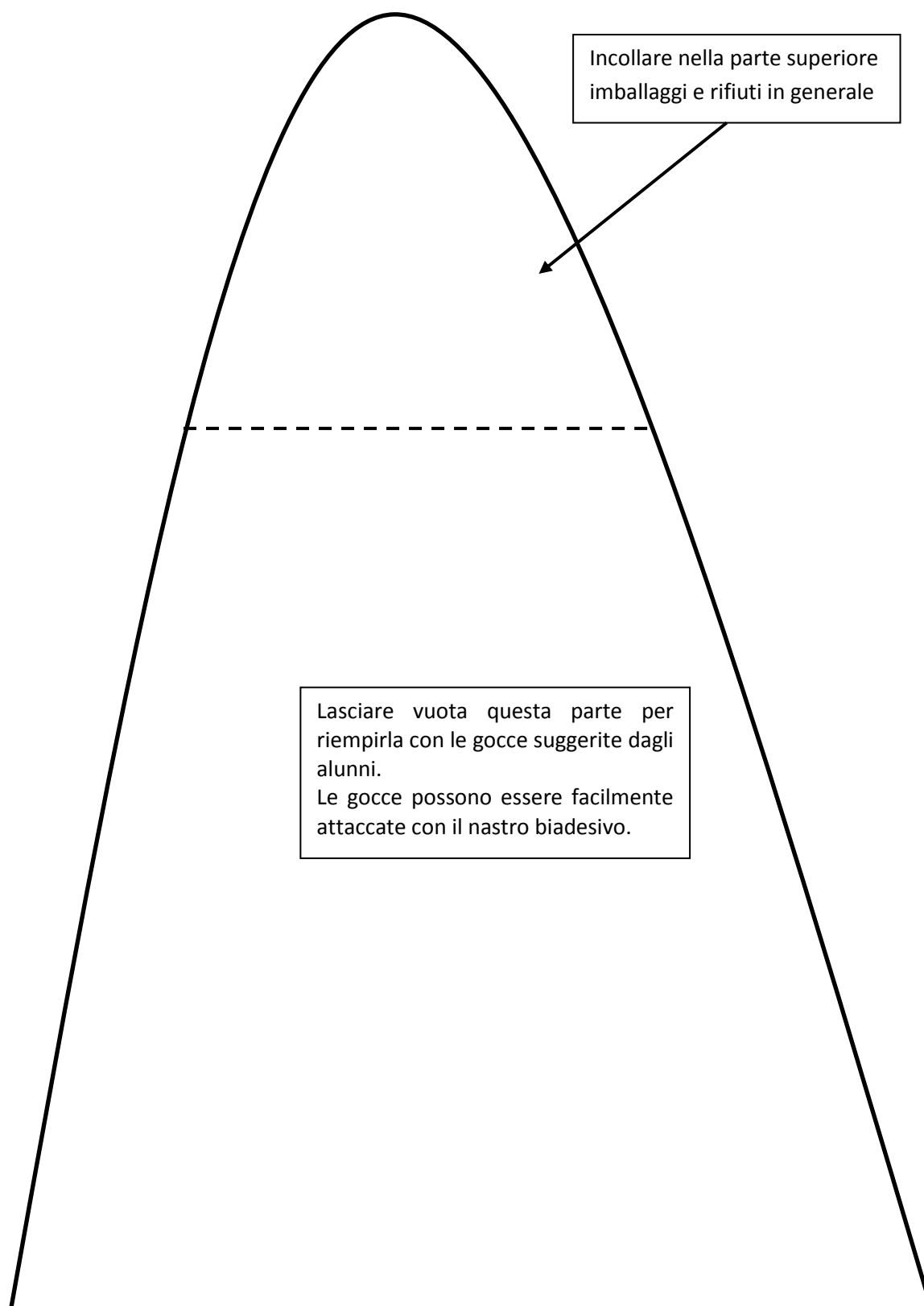
ELENCO ALUNNI CLASSE....	ATTIVITÀ 1			ATTIVITÀ 2			ATTIVITÀ 3			ATTIVITÀ 4		
	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>I</i>

<i>P</i> = Partecipazione <i>A</i> = Attenzione <i>I</i> = Interventi adeguati	>	Maggiore del solito
	=	Come al solito
	<	Minore del solito

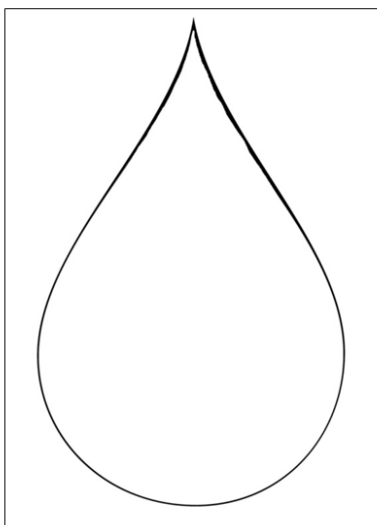
APPENDICE 24

Materiali per la realizzazione dell'attività del Wasteberg in classe

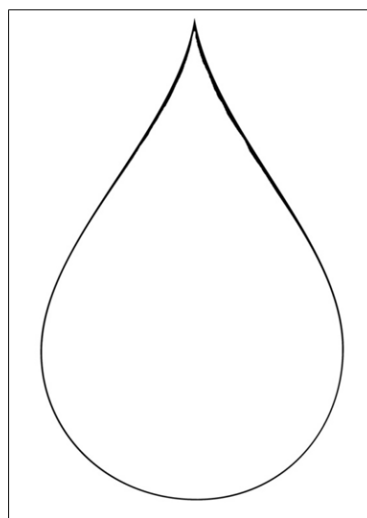
Modello del Wasteberg (da stampare e ricalcare su un cartoncino rigido)



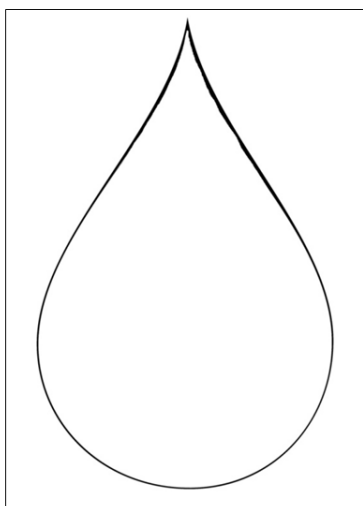
Gocce precompilate e gocce in bianco da far utilizzare agli alunni



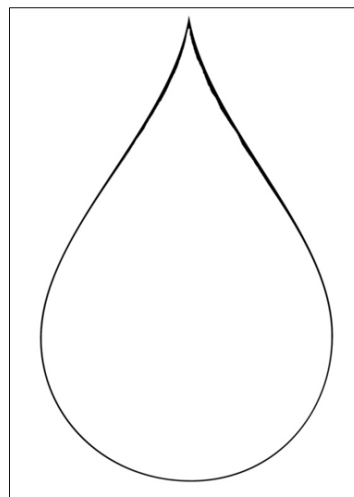
- I congolesi vengono pagati 200 dollari al mese, il Coltan contiene una parte di uranio che provoca malati soprattutto perché l'estrazione avviene mani nude.
- Ci sono **migliaia di persone** che lavorano a 2 dollari per 12 ore al giorno



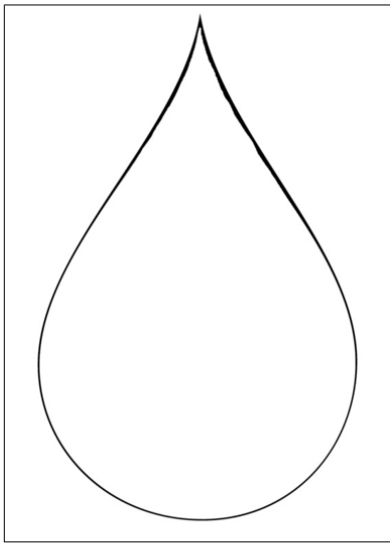
- Stagno, Coltan, Tungsteno e Oro, sono minerali macchiati da conflitti
- Dal 1998 c'è una guerra che ha fatto ad ora più di 4 milioni di morti in Congo, dove si trova l'80% delle riserve mondiali di Coltan
- Per lo sfruttamento dei diamanti in Sierra Leone sono morte 120000 persone



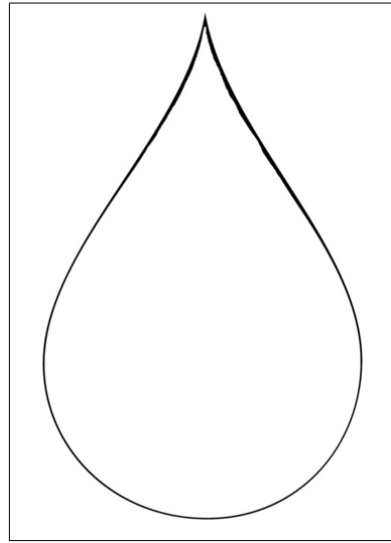
- Per una batteria di auto vengono prodotte **17,5 tonnellate di CO₂**
- Per una partita di calcio sono prodotte **820 tonnellate di CO₂**
- Per fare un hamburger si emettono **2.5 kg di CO₂** contro **1 kg** per un hamburger vegetariano



- Per uno smartphone servono **18 metri quadrati di suolo**
- Per un paio di stivali in pelle vengono impiegati **50 metri quadrati di suolo**
- Per una barretta di cioccolato servono circa **2,5 metri quadrati di suolo**
- Per una t-shirt circa **4 metri quadrati di suolo**



- Per uno smartphone servono quasi **13 tonnellate d'acqua**
- Per un paio di stivali in pelle vengono impiegate **14,5 tonnellate d'acqua**
- Per una barretta di cioccolato serve circa **1 tonnellata e mezzo d'acqua**



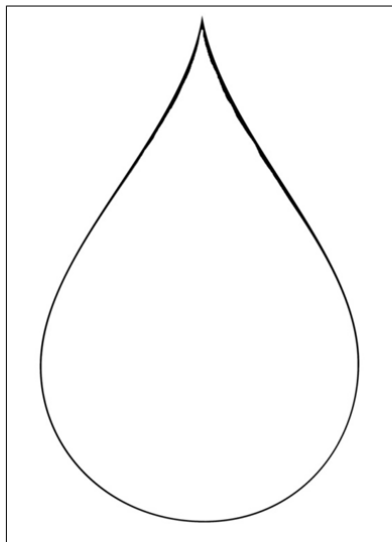
.....

.....

.....

.....

.....



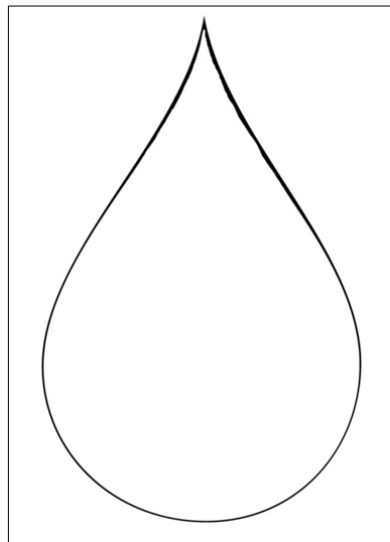
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....

Presentazione somministrata agli alunni del blocco TRE

**CONSUMO
CONSAPEVOLE
DELLE GEORISORSE
IN PROSPETTIVA
DELL'AGENDA
2030**

Attività Inquiry
di Educazione
Ambientale

5^a edizione
Settimana
del Pianeta Terra
15-22 ottobre 2017

UNICAM
Università di Camerino
1336

UNICAM earth

2030 AGENDA
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

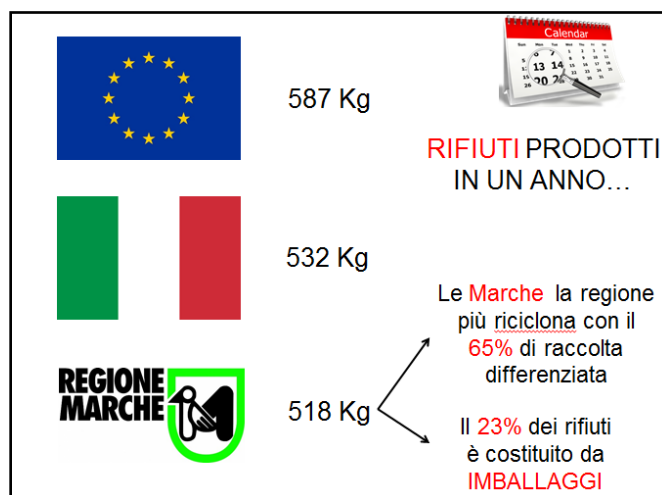
12 CONSUMO E
PRODUZIONE
RESPONSABILI

geo
risorse



**CONSUMO CONSAPEVOLE DELLE GEORISORSE
IN PROSPETTIVA DELL'AGENDA 2030**





??? Quanti Kg di rifiuti butto via se butto via 1 Kg di rifiuti?

CONSUMO CONSAPEVOLE DELLE GEORISORSE IN PROSPETTIVA DELL'AGENDA 2030

DATI RIFERITI AD 1KG DI:	CO ₂ generata per la produzione ex novo	CO ₂ generata per il riciclo	CO ₂ risparmiata con il riciclo
ALLUMINIO	12,5 KG	0,6 KG	11.9 KG
VETRO	1 KG	0,8 KG	0,2 KG
CARTA	2,4 KG	1,1 KG	1,3 KG
PLASTICA	2,9 KG	2,03 KG	0,87 KG

CONSUMO CONSAPEVOLE DELLE GEORISORSE IN PROSPETTIVA DELL'AGENDA 2030

RIDUCI
Quello che acquisti

RIPARA
Quello che puoi

RIUSA
Quello che hai

RICICLA
Tutto il resto

**LO
SAPEVI
CHE?**

Facebook genera
ogni anno
13.6 milioni di
ton di CO₂

Una chiamata di 1min
da cellulare genera
57 g di CO₂

Mandare una mail genera
4 g di CO₂, con un allegato
diventano 50 g.



Michele Dotti che
parla dello Zaino
Ecologico

<https://www.youtube.com/watch?v=IF5x4Uin7qE>

APPENDICE 25

CIOCCOLANDIA: SCHEDA DOCENTI

DESTINATARI- Scuola Secondaria di Primo Grado classe III.

OBIETTIVI- Implementare le competenze in ambito scientifico e tecnologico. Sviluppare le competenze chiave europee nella prospettiva di un apprendimento significativo e permanente. Approfondire il topic delle risorse minerarie e delle rocce, aumentare la consapevolezza della connessione tra stile di vita e sue ripercussioni sull'ambiente. Trattare temi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile.

ABILITÀ E COMPETENZE- Saper misurare una superficie, applicare modelli matematici in situazioni concrete, individuare e giustificare relazioni (semplici o complesse) e variabili connesse. Saper organizzarsi e lavorare in team. Saper comunicare quanto elaborato durante l'attività pratica. Acquisizione della consapevolezza ambientale necessaria per essere dei buoni cittadini del futuro.

PUNTI DI FORZA DELL'ATTIVITÀ- È un'attività pratica che garantisce un elevato coinvolgimento degli alunni e che dà lo spunto per connessioni interdisciplinari. Il lavoro in gruppo garantisce la partecipazione di tutti gli alunni.

MATERIALI- Puzzle con oggetti quotidiani collegati al minerale di cui sono fatti, biscotti con gocce di cioccolato, cioccolato fondente in scacchi, stecchini, graffe per fogli, banconote e monete fac-simile, fogli con quadretti 10 mm, schede esperimento da compilare (Appendici 14 e 15).

PREPARAZIONE- Il puzzle è realizzato a partire da un file predisposto e fatto stampare su un supporto cartaceo apposito. Per la realizzazione della *miniera* bisogna fondere gli scacchi di cioccolato a bagnomaria e successivamente stendere con un pennello per alimenti uno strato uniforme di cioccolato fuso sulla superficie e sulla parte laterale del biscotto. Lasciar raffreddare. Il biscotto-miniera è pronto per l'attività.

DURATA- Due ore – attività di estrazione (Appendice 14) + due ore-attività di riciclo/riuso (Appendice 15) + tempo necessario per la realizzazione dei manufatti (opzionale).

REGOLE- Una volta compilato il puzzle va letto attentamente. La miniera può essere toccata soltanto con gli strumenti e mai a mani nude. La miniera non può essere capovolta. Per poter essere conteggiate, le gocce di cioccolato devono essere ripulite da ogni residuo di biscotto durante i cinque minuti di scavo.

SVOLGIMENTO- Prima di iniziare l'attività l'insegnante sottopone la domanda cui gli alunni dovranno rispondere dopo aver letto del materiale informativo e alla fine dell'esperimento: *investigate i vantaggi economici e le conseguenze ambientali dello sfruttamento minerario*. La prima attività è la realizzazione del puzzle che ha come scopo quello di far comprendere ai ragazzi che tutto quello che usiamo quotidianamente è fatto con elementi provenienti dalla Terra. Ogni gruppo ha a disposizione 20 euro per poter acquistare una miniera (il biscotto) e gli strumenti necessari allo scavo (quantità di stecchini e graffe a scelta) per recuperare i minerali (gocce di cioccolato). L'estensione della miniera va misurata prima di iniziare a scavare e dopo aver scavato, utilizzando il foglio quadrettato fornito ed annotata sulla "scheda esperimento". Il tempo di

scavo è uguale per tutti i gruppi in contemporanea: 5 minuti. Una volta terminato lo scavo gli alunni compilano la “scheda esperimento”. Per riempire il campo della verifica ambientale gli alunni devono sottrarre ai quadretti della miniera iniziale i quadretti della miniera rimanente in modo da ottenere i quadretti di miniera consumati (in alternativa si può lavorare sul peso iniziale e finale della miniera). La stessa procedura va ripetuta per il calcolo del suolo consumato. Il numero di quadretti consumati di miniera e suolo serve per calcolare il costo della bonifica ambientale necessaria nelle modalità chiarite nella scheda dell’esperimento.

DISCUSSIONE- Alla fine dell’attività i gruppi, con la guida dell’insegnante, si confrontano non solo sulle diverse modalità di calcolo della superficie della miniera ma anche sui profitti e sulle conseguenze ambientali dell’estrazione mineraria e sulle possibili alternative ad essa. Il discorso può essere ampliato prendendo in considerazione il concetto “risorsa” in generale (Suolo, Acqua, Aria). Alla discussione può partecipare anche l’insegnante di Italiano/Geografia proponendo una lettura sulla distribuzione delle miniere in Europa, sulle condizioni di lavoro nelle stesse e sul consumo consapevole.

APPROFONDIMENTO- In classe III si può chiedere di misurare la superficie della miniera applicando la formula del calcolo dell’area del cerchio. Ci si può concentrare inoltre anche sul rapporto tra materiale estratto e materiale di scarto pesando l’intero biscotto e poi pesando le gocce estratte e mettendoli a confronto. In alternativa si può ragionare sul volume di un cilindro (miniera) e sul volume delle sfere (gocce). Il discorso può essere ampliato prendendo in considerazione il concetto “risorsa” in generale (Suolo, Acqua, Aria, Petrolio, Energia). Alla discussione può partecipare anche l’insegnante di Italiano/Storia proponendo un excursus storico (I rivoluzione industriale, Colonialismo e Neocolonialismo) e/o una lettura sulle condizioni di lavoro nelle miniere (nel passato con “Ciulla scopre la luna” e “Rosso Malpelo” o articoli di attualità che parlino dello sfruttamento delle miniere di Coltan in Congo), sul consumo consapevole e Sviluppo Sostenibile.

COMPITO DI REALTÀ - In collaborazione con le insegnati di Arte e di Tecnologia si possono realizzare dei manufatti con il riutilizzo creativo di oggetti altrimenti considerati rifiuto (lattine, tappi di bevande in bottiglia, cialde del caffè etc.).

SCHEDA ESPERIMENTO- *Scheda Docente*

3. Estrazione mineraria del Rame (Cu)

ATTIVITÀ 3

In questa modellizzazione:

Il biscotto rappresenta *la miniera* La cioccolata superficiale rappresenta *il suolo* Le gocce rappresentano *i minerali*

Patrimonio di gruppo: 20 euro

PIM – Peso INIZIALE della Miniera (in grammi) = *circa 26g*

PFM - Peso FINALE della Miniera (in grammi)= *10 g*

SIS - Superficie INIZIALE Suolo (in quadretti)= *circa 26Q*

SFS - Superficie FINALE Suolo(in quadretti)= *circa 15 Q*

SPESE	RICAVI	VERIFICA AMBIENTALE	VARIABILI RELATIVE AL PROCESSO ESTRATTIVO
Acquisto miniera <i>5 €</i>	<i>Ricavo parziale</i> Peso delle “gocce” estratte € 2 euro x 10= <i>10x2 €=20€</i>	SUOLO (SIS-SFS)=Superficie Suolo Consumato <i>26-15 = 11 quadretti</i> PESO (PIM-PFM)=Peso Miniera Consumata <i>26-10 = 16 grammi</i> BONIFICA SSCx2€= <i>11x2=22 euro</i> PMCx2€= <i>16x2=32 euro</i> € Totali di Bonifica= <i>22+32= 54 €</i>	<i>Disponibilità materiale, posizione del materiale da estrarre, domanda dello stesso, disponibilità denaro iniziale, costi esternalizzati, convenienza dell'estrazione, tempo a disposizione, quantità degli strumenti etc...</i>
Strumento 1 <i>-2 € l'uno</i>			
Strumento 2 <i>-6 € l'uno</i>			
Tempo estrazione <i>€ 5</i>			
Bonifica <i>54 €</i>	GUADAGNO (al ricavo parziale sottraete la spesa totale) <i>20-72= -52€</i>		
SPESA TOTALE (fate la somma di tutte le spese) <i>5+2+6+5+54=72 €</i>			

1. C'è una relazione tra l'estrazione mineraria, la salute dell'ambiente ed il ricavo in euro? Che tipo di relazione c'è?

Ad un aumento dell'attività mineraria non sempre corrispondono dei guadagni significativi ma certamente si avranno danni ambientali rilevanti ed irreparabili con conseguenti danni alla salute dell'intero ecosistema e dunque umana (o altre considerazioni simili, quantità di denaro rimasto, profitti e perdite, la relazione tra le varie variabili individuate)

2. Perché secondo voi c'è questa relazione?

Es. se si estrae di meno non si rovina l'ambiente e si ricava di più perché non ci sono i costi della bonifica da sostenere. Sarebbe meglio utilizzare altri materiali anziché estrarne di nuovi.

SCHEDA ESPERIMENTO- *Scheda Docente*

Riuso e riciclo dei minerali- Cu

ATTIVITÀ 4

Patrimonio di gruppo: 20 euro

PIM – Peso INIZIALE della Miniera (in grammi) = *circa 26g*

PFM - Peso FINALE della Miniera (in grammi)= *circa 26g*

SIS - Superficie INIZIALE Suolo (in quadretti)= *circa 26Q*

SFS - Superficie FINALE Suolo(in quadretti)= *circa 26Q*

SPESE	RICAVI	VERIFICA AMBIENTALE	VARIABILI RELATIVE DI RIUSO	VARIABILI RELATIVE DI RICICLO
Acquisto miniera 0€	<i>Ricavo parziale</i> Peso delle “gocce” NON estratte $€ 2 \text{ euro} \times 10 =$ $10 \times 2 € = 20€$ (<i>si riprende il numero delle gocce estratte in precedenza</i>)	<i>Non c'è bisogno di fare la verifica ambientale e pagare la bonifica perché non ho estratto nuovo materiale ma ho riutilizzato quello già estratto</i>	<i>Tempo di lavorazione, disponibilità del materiale, costo del materiale, quantità di rifiuti etc...</i>	<i>Quantità della raccolta differenziata, consumo di acqua e carburante per trasporto materiali riciclati, costo del trasporto dei rifiuti, costo della manodopera o dei macchinari, emissioni di CO₂ etc...</i>
Strumento 1 0€				
Strumento 2 0€				
Tempo estrazione 0€				
Bonifica 0€				
SPESA TOTALE (fate la somma di tutte le spese) 0€	GUADAGNO (al ricavo parziale sottraete la spesa totale) $10 - 0 = 10€$			

❖ C'è una relazione tra il riciclo e/o il riuso, la salute dell'ambiente ed il ricavo in euro?

La relazione è che riciclando o riutilizzando aumenta la salute dell'ambiente e delle persone oltre ad esserci un maggiore guadagno economico (o altre considerazioni simili)

❖ Perché secondo voi c'è questa relazione?

Gli alunni scrivono una serie di giustificazioni sul confronto tra l'estrazione di nuovi minerali ed il riuso e riciclo di quelli già estratti, concentrandosi sulla convenienza (ambientale ed economica) di consumare di meno, di riutilizzare e poi di riciclare

APPENDICE 26
Follow-up del progetto

ISTITUTO COMPRENSIVO
«EGISTO PALADINI»

LABORATORI COOPERATIVI
RICICLO MATERIALI

Costruiamo gli oggetti di Natale utilizzando palle di polistirolo, scarti di tessuti e altri materiali



Tudor: «costruire una palla di Natale richiede una sequenza di lavoro ben precisa e ragionata. Prima incolliamo tanti lacci intorno ad un palloncino con la colla. Dopo qualche giorno li coloriamo e rompiamo il palloncino. Alla fine facciamo gli abbellimenti. Ci vuole un buon coordinamento tra cervello e mani e mani»

Laboratorio riciclo carta

Il laboratorio ha permesso di realizzare biglietti con carta riciclata. L'obiettivo era anche quello di educare tutti al risparmio della carta. Abbiamo realizzato dei bei biglietti di auguri per la festa della mamma.



Facciamo tanti pezzetti di carta



Dal setaccio all'essiccamento al sole

Mattia: «ho scoperto, facendolo, come è possibile riciclare della carta che altrimenti sarebbe da buttar via. E' molto importante riciclare e dare una nuova vita»



16.3 Laboratorio di recupero materiali

Il laboratorio a cui hanno partecipato tutti gli alunni della scuola ha utilizzato oggetti di scarto come scatolette del tonno, vecchie caffettiere, pneumatici vecchi, barattoli vari per creare oggetti utili per la casa e il giardino: portacandele, portaposate, portapenne, fioriere, etc.



RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare la Prof.ssa Eleonora Paris per avermi dato l'occasione di migliorare la mia professionalità, di allargare i miei orizzonti e per avermi seguita ed incoraggiata durante tutto il percorso del Dottorato.

Alle Prof.sse Anna Gioncada e Giulia Realdon per la loro disponibilità e solerzia nel lavoro di revisione che è stato frutto di spunti, correzioni e suggerimenti bibliografici preziosissimi.

Ai colleghi del gruppo UnicamEarth: Annalisa Boniello, Giulietta Realdon, Alessia Cicconi, Marina Porta, Pierluigi Stroppa, Andrea Bernagozzi, Mila Erbisti, Gianni Boschis.

Un ringraziamento speciale ai compagni di avventura e di merende con cui ho condiviso alti e bassi di questo percorso e molto di più: Alessandro Acqua, Alessandra Beccaceci, Daniela Pennesi, Sabina Maraffi e Giovanni Guarguaglini.

Ai colleghi dell' IC *"Beltrami"* di Filottrano - Savina Santoni, Silvia Graciotti, Francesca Pierella, Loredana Marchegiani e Marta Mancini - dell' IC *"Soprani"* di Castelfidardo - Francesca Salvucci, Roberta Spuntarelli, Sabrina Marasca - e dell' IC *"Mazzini"* di Castelfidardo - Lidia Fazi, Danilo Burattini - per il loro contributo e disponibilità nella revisione e validazione di materiali ed attività didattiche proposte.

Ai colleghi dell'IC *"Paladini"* di Treia - Federico Teloni, Andrea Giannangeli, Paola Vissani, Daniele Duranti - per la loro importante collaborazione durante la fase di raccolta dati del progetto e per la loro costante voglia di conoscere, approfondire e sperimentare.

Alla Professoressa Conxita Màrquez Bargallò per la grande professionalità, competenza e disponibilità con cui mi ha accolto durante i periodi di studio svolti con il progetto Erasmus Traineeship (a.a. 2016/17 e 2017/18) presso il dipartimento di Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals dell'Universitat Autònoma de Barcelona e a tutto il gruppo LIEC, fonte di brillanti spunti didattici e di ricerca. Un ringraziamento particolare a Isabel Pau, Laura Valdès, Miquel Perez, Kaouthar Boukafri, Diana Prado, Samuel Molina, Elia Tena, Carme Grimalt, Cristina Simarro e Sylvia Moraga per la loro compagnia, disponibilità e quotidiano supporto.

Ai miei familiari, sempre presenti nonostante la mia assenza.