

Il sogno di Giovanni. Un progetto di inquiry al Liceo

Francesca Vergine¹, Liberato Cardellini²

¹Liceo Scientifico Statale “G. Galilei”, Perugia;

²Università Politecnica delle Marche, Ancona
effevergine@gmail.com; l.cardellini@univpm.it

Riassunto

Tutti gli insegnanti vorrebbero avere studenti che studiano sia perché ritengono importante l'apprendimento, sia perché la nuova conoscenza è utile per risolvere un problema a cui hanno piacere di partecipare. Studenti che amano le sfide, che accettano lo sforzo come mezzo per migliorare e che persistono anche quando ottengono dei risultati negativi. La buona notizia è che gli insegnanti possono avere un impatto nelle attitudini degli studenti.

Viene riportata un'esperienza che riguarda una classe quarta in cui il tema dell'inquinamento delle acque e più in generale della chimica ambientale, viene affrontato con un approccio investigativo. Dopo la presentazione del problema, con gli studenti sono stati formati quattro gruppi con ruoli, compiti e responsabilità precise. Le discussioni hanno contribuito a chiarire e ad arricchire la portata del progetto. Gli studenti si sono sentiti coinvolti personalmente ed hanno suggerito diversi miglioramenti. Il coinvolgimento degli studenti, già grande sin dall'inizio, è stato un continuo crescendo. Riunioni pomeridiane, uso dei social, interviste con esperti, presentazioni, prelievo e analisi delle acque del lago e soprattutto tanto interesse per la chimica.

Questo lavoro è stato la conferma di ciò che tutti noi insegnanti da tempo sappiamo: gli studenti si impegnano maggiormente nello studio se hanno la possibilità di approfondire problemi, anche complessi, ma stimolanti, vicini a situazioni reali e tali da permettere di confrontarsi con la vita fuori della classe. Oltre alla qualità degli studenti, l'analisi, la preparazione del progetto e la ricerca di tutte le possibili connessioni con il programma di chimica sono aspetti importanti che hanno contribuito al successo didattico di questo lavoro.

Abstract

All teachers would like to have students that study either because they consider learning important, or because new knowledge is useful in solving a problem they like to participate in. Students who love challenges, who

accept the effort as a means to improve and persist even when they get negative results. The good news is that we can have an impact on students' attitudes.

This paper reports an experience of a fourth class where the theme of water pollution, and more generally environmental chemistry is dealt with by an investigative approach. After the presentation of the problem, four groups were formed, each group and students with roles, tasks and responsibilities. The discussions helped to clarify and enrich the scope of the project. The students felt personally involved and suggested several improvements. The involvement of the students, already great from the beginning, grew steadily in the course of the project. Afternoon meetings, use of social networks, interviews with experts, presentations, sampling and analysis of lake waters have also contributed to further develop a strong interest in chemistry.

This work has been a confirmation of what we already know: students are more engaged in the study if they have the opportunity to deepen their understanding of exciting – even though complex – problems. Problems close to real situations that allow them to deal with life outside the classroom. The students, the analysis, the time spent to design the project, and the search for all possible connections with the chemistry syllabus contributed to the didactic success of this work.

Introduzione

Molto spesso e in molti modi, dai media vengono riportate notizie che riguardano l'inquinamento e le sue conseguenze. Spesso gli studenti lo studiano sui libri e ne conoscono le cause, ma altrettanto spesso lo ritengono un problema lontano dal loro quotidiano, un problema delle grandi città o confinato in territori dove materiali e sostanza inquinanti e pericolose sono state interrate o smaltite in modo non adeguato. Chi come gli studenti la cui esperienza didattica è riportata in questo articolo vive in una cittadina della verde Umbria, è convinto di vivere in un contesto salubre e lontano dai problemi dell'inquinamento prodotto dalle auto, dal degrado ambientale e dall'eccesso di rumori.

Con l'idea di rendere significativo e importante l'apprendimento della chimica per gli studenti e per veicolare nell'insegnamento una consapevolezza più profonda dei problemi ambientali si è utilizzato un problema molto vicino ad un caso reale. Il progetto didattico è stato sviluppato per una quarta classe del Liceo Scientifico Statale "G. Galilei" di Perugia, composta da 24 studenti.

Il contenuto del modulo didattico utilizzato è stato deciso dall'insegnante insieme agli studenti ed è inserito nella tematica dell'inquinamento o, più in generale della chimica ambientale, ed è stato preceduto e seguito da altri

moduli, come il pH, le teorie acido-base e le titolazioni. L'insegnamento è stato condotto sia con tecniche di didattica laboratoriale che con lezioni tradizionali blended con un approccio di inquiry guidato. L'attenzione durante la lezione veniva tenuta viva con domande, richieste di spiegazioni e con brevi attività di discussione tra vicini di banco, secondo il metodo cooperative learning.

Una classe speciale

Questi studenti, se confrontati con molti altri, possono essere considerati una classe sotto molti aspetti speciale. Ma non è stato sempre così. Al primo anno del Liceo sono risultati essere studenti problematici e all'inizio del secondo anno, la Dirigente in accordo con tutti gli insegnanti ha invitato i genitori a partecipare ad una assemblea con i loro figli. L'atteggiamento delle famiglie è stato molto positivo e collaborativo verso la scuola e praticamente tutti hanno mostrato interesse e di avere a cuore la preparazione dei propri figli.

Gli studenti qui considerati sono stati con la stessa insegnante (FV) per quattro anni, dal secondo al quinto Liceo. Dal secondo anno gli studenti hanno familiarizzato e spesso hanno lavorato in gruppi da due (compagni di banco) secondo il metodo cooperative learning. (Cardellini, Felder, 1999) Molti insegnanti conoscono questo metodo, ma il suo impiego nella classe ha minor successo. Questo perché per essere utilizzato in modo produttivo il cooperative learning richiede all'insegnante una conoscenza e un'esperienza tale da riuscire a far diventare interessante agli studenti il lavoro di gruppo. La ricerca ha dimostrato il valore didattico di questo metodo, che risulta essere molto utile per rendere possibile l'apprendimento attivo in classe e al contempo permette di sviluppare importanti abilità sociali. "Collaboration is important in work life, ..., and working with others provide extra motivation to students who enjoy a social dimension to learning. Collaboration also provides a valuable opportunity for students to learn from each other. Team-based learning pushes students to develop their team-work and conflict-resolution skills with teacher guidance." (Reigeluth, Karnopp, 2013, p. 30)

La collaborazione tra insegnanti, con chi dirige la scuola e contatti con i genitori sono aspetti rilevanti di un insegnato significativo. In uno studio sulla scuola Diana di Reggio Emilia, una scuola prestigiosa in cui si utilizza l'idea del ragionamento visibile, è stato affermato che "Strong, positive relationships between people lie at the heart of the Reggio Approach. The relationships between teachers and children, parents and teachers, children and parents are two-way relationships." (Thornton, Brunton, 2010, p. 14) Le interazioni vicendevoli che hanno luogo nella scuola Diana sono state schematizzate in Figura 1:

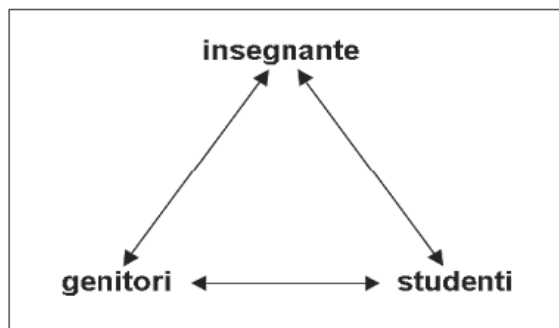


Figura 1. Influenze e relazioni tra studenti, insegnante e genitori.
(Thornton, Brunton, 2010, p. 14).

Il coinvolgimento dei genitori nella motivazione e nel sostegno verso l'impegno scolastico dei propri figli è stato studiato in letteratura. Una review molto citata dagli studiosi “suggests strongly that those who wish to increase parental involvement and extend the benefits it offers must focus at least in part on the parent’s perspective in the process. Parents who believe they should be involved in their children’s education and schooling *and* who have a positive sense of efficacy about the usefulness of their involvement are likely to be involved. The most effective efforts to improve involvement must incorporate invitations that support and build these two socially constructed qualities, particularly among parents whose experiences have resulted in relatively weak role construction or efficacy.” (Hoover-Dempsey, Sandler, 1997, p. 36).

Un altro studio specifica gli aspetti positivi del coinvolgimento dei genitori nella formazione scientifica. “Parental behaviours may include (a) helping children structure their time and environment, to facilitate homework, (b) motivating their children to learn, (c) providing assistance with homework, (d) pointing out examples and applications of their children’s school learning, and (e) extending school based learning to the home or community (e.g. visits to museums). (Fleer, Rillero, 1999, p. 93) Certamente esistono delle specificità e vanno considerate, tra genitori, studenti, classi e scuole. Le conclusioni sono in generale positive: “there is evidence to support the proposition that parents involvement or family variables do have a positive impact on children’s science achievement and attitude.” (Fleer, Rillero, 1999, p. 111).

In uno studio longitudinale che si estende dalle elementari alle scuole secondarie viene dimostrato che pratiche di partnership tra scuola e famiglia possono aiutare gli insegnanti a migliorare l’abilità matematica e il livello di conoscenza degli studenti. “Schools that effectively implemented activities

that encouraged parents to participate with their children in home learning activities reported improved percentages of students who were proficient in mathematics from 1 year to the next.” (Sheldon, Epstein, 2005, p. 204) Le famiglie dovrebbero impegnare cognitivamente e affettivamente in attività di apprendimento i loro figli a casa: questo aumenterebbe la motivazione a imparare le scienze. Se la famiglia desidera “to have children willingly choose after school science-related activities science, for instance, family members should not only foster children’s science self-efficacy belief, as many existing studies have suggested, but also take action to inspire and maintain their interest.” (Sha, Schunn, Bathgate, Ben-Eliyahu, 2016, p. 468).

La famiglia influenza in modo positivo la percezione dell’auto efficacia (self-efficacy) negli studenti. “Parents who provide an environment that stimulates youngsters’ curiosity and allows for mastery experiences help to build children’s self-efficacy. In turn, children who display more curiosity and exploratory activities promote parental responsiveness.” (Schunk, Pajares, 2002, p. 18).

Anche l’ambiente scolastico e la composizione della classe influiscono sul rendimento degli studenti. Steinberg, Brown, e Dornbusch (1996) hanno monitorato studenti all’ingresso nella scuola superiore fino al loro ultimo anno e hanno scoperto che gli studenti che sono entrati nella scuola superiore con voti simili, ma con compagni di classe orientati all’impegno e alla riuscita scolastica durante le scuole superiori hanno realizzato migliori risultati rispetto agli studenti che invece hanno frequentato le scuole superiori con compagni di classe meno interessati al buon esito scolastico. Questo perché il tipo di socializzazione e l’esempio dei compagni crea un ambiente scolastico che può influenzare l’auto-efficacia del singolo e della classe.

Il progetto europeo PROFILES, (acronimo di: Professional Reflection Oriented Focus on Inquiry Learning and Education through Science) ha sempre incoraggiato la collaborazione tra gli insegnanti ed auspicato di mettere a conoscenza le famiglie rispetto a quanto si intende fare come programma, cercando di coinvolgerle nella formazione dei propri figli. Le famiglie dovrebbero incoraggiare gli studenti a studiare e a svolgere i compiti assegnati (problemi, relazioni, mappe concettuali, riassunti, temi). (Brianzoni, Cardellini, 2015) I compiti assegnati dovrebbero costituire il minimo essenziale che permette allo studente di acquisire la necessaria competenza nei nuovi argomenti. Risultati molto positivi si ottengono se le dinamiche nella scuola sono costituite da relazioni vicendevoli come illustrato in Figura 2.

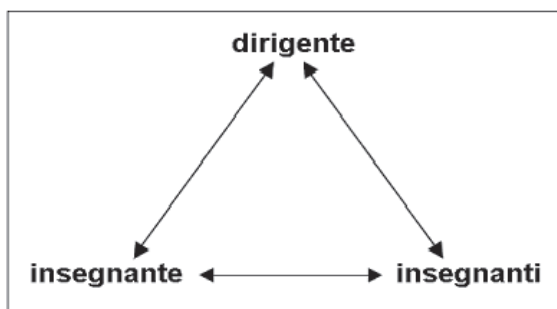


Figura 2. Influenze e relazioni tra insegnanti e dirigente.

La motivazione aumenta con l'interesse

Per avere il maggior impatto possibile nella classe è importante considerare come la motivazione e l'interesse agiscono nel coinvolgimento degli studenti nelle attività didattiche. Le conclusioni di studi fatti a questo proposito indicano in generale un declino del livello della motivazione nel tempo (Zusho, Pintrich, Coppola, 2003, p. 1093): "student engagement in school steadily declined from Kindergarten to Grade 10 where barely more than one-third of the students were actively involved." (Fullan, 2016, p. 10).

Gli studi sulla motivazione verso l'apprendimento possono essere sintetizzati in quattro principi fondamentali: "students will be more engaged in learning when they have opportunities to develop competence, autonomy, and belongingness, and when they find learning meaningful" (Turner, Fulmer, 2013, p. 147) Oltre al costrutto della motivazione, ci sono altre dimensioni da considerare per rendere importante il nostro insegnamento agli occhi degli studenti. "We believe that the goals of teaching and learning science include knowledge (cognition), emotion and motivation." (Shavelson, Ruiz-Primo, Wiley, 2005, p. 414).

La motivazione o più in generale l'atteggiamento delle persone verso gli eventi e le situazioni scolastiche è un fenomeno complesso. Però le conoscenze acquisite possono darci delle utili indicazioni in modo da mettere i nostri studenti nella situazione migliore per riuscire, tenendo sempre presente che in questo contesto i miracoli sono molto rari. Tutti gli insegnanti vorrebbero avere studenti che studiano perché ritengono importante l'apprendimento, che amano le sfide, che accettano lo sforzo come mezzo per migliorare e che persistono anche quando ottengono dei risultati negativi.

La teoria cognitiva ipotizza che la percezione della propria efficacia influenza il comportamento e viene a sua volta influenzata dall'ambiente e dal comportamento. "Students who feel more efficacious about learning should be more apt to engage in self-regulation (e.g., set goals, use effective

learning strategies, monitor their comprehension, evaluate their goal progress) and create effective environments for learning (e.g., eliminate or minimize distractions, find effective study partners).” (Schunk, Pajares, 2009, p. 36).

Albert Bandura, un’ autorità riconosciuta nello studio del comportamento umano, definisce la *Self-efficacy*, ovvero la capacità percepita per l’apprendimento o per azioni da svolgere a livelli designati come “people’s beliefs in their capabilities to mobilize the motivation, cognitive resources, and courses of action needed to exercise control over events in their lives.” (Wood, Bandura, 1989, p. 364). Corrisponde alla convinzione della possibilità di riuscire in una certa situazione e sarebbe un errore quello di evitare i compiti impegnativi, dove si rischia di fallire. Frank Pajares (2006, p. 345) afferma che “self-efficacy is not so much about learning how to succeed as it is about learning *how to persevere when one does not succeed.*” Corsivo nell’originale.

Questi aspetti della personale efficacia e fiducia nelle proprie capacità vanno considerati nel contesto del nostro lavoro nella classe. Sono necessari dei comportamenti e una disposizione dello stato d’animo che aiutino il processo di crescita dei nostri studenti. Ma per sapere cosa si dovrebbe fare in pratica può risultare utile conoscere i risultati del lavoro di Carol Dweck. Ad esempio, “The beliefs that students have about intelligence and ability can affect their sense of self-efficacy and self-esteem. ... Students who believe that a particular ability can be improved overtime come to have a higher belief in their own capabilities.” (Dweck, Master, 2009, p. 131). In un corso molto impegnativo, la sensazione di auto-efficacia degli studenti convinti che l’intelligenza sia una capacità fissa diminuiva anche se gli studenti stavano imparando, mentre cresceva per gli studenti convinti che l’intelligenza è una capacità che può essere coltivata attraverso l’apprendimento.

Le convinzioni degli insegnanti hanno anch’esse un peso nelle acquisizioni degli studenti. Dobbiamo avere fiducia nella possibilità dei nostri studenti di migliorare perché “If teachers believe that students’ ability level cannot change, there is less motivation to help students develop.” (Dweck, Master, 2009, p. 137). L’elogio non sempre aiuta gli studenti a diventare determinati verso la riuscita scolastica e l’acquisizione delle abilità. Uno studio considera due gruppi differenti di studenti: “fifth-grade students were either praised for their ability (“You must be really smart at these problems”) or for their effort (“You must have worked hard at these problems”).” (Dweck, Master, 2009, p. 134). Dovendosi confrontare con delle prove difficili, i due gruppi di studenti hanno reagito in modo diverso. “These children (recently praised for their high ability) now said that they were struggling because they lacked ability. So, rather than giving them

lasting confidence, praising ability made their confidence fragile. ... In contrast, the children who were given effort praise were overwhelming likely to choose opportunities to learn more. They wanted harder problems that they would learn from, even if it meant not looking smart.” (Dweck, Master, 2009, p. 134).

L’auto-efficacia è un modo positivo di sperimentare se stessi quando si è pienamente impegnati e si sta usando le proprie abilità al massimo, alla ricerca di qualcosa che la persona apprezza. “It is not something we give to people by telling them about their high intelligence. It is something we equip them to get for themselves – by teaching them to value learning over the appearance of smartness, to relish challenge and effort, and to use errors as routes to mastery.” (Dweck, 2000, p. 4).

Certamente l’interesse aiuta nel coinvolgimento e facilita l’impegno e l’apprendimento degli studenti. “*interest* refers to the psychological state that accompanies engagement, and it also refers to the likelihood that the learner will voluntarily return to engagement with a particular content of interest over time.” (Renninger, 2010, p. 108) “interest includes three components: knowledge, value, and affect; these exist and develop in relation to the learner’s other engagements.” (Renninger, 2010, p. 110) Esiste una relazione tra l’interesse e le altre variabili motivazionali: “Interest is always motivating and engaging; the presence of a developing interest ensures that motivation and engagement are meaningful. However, the presence of motivation and/or engagement does not necessarily indicate that a person has interest, or that engagement is meaningful.” (Renninger, Hidi, 2016, p. 71).

Il sogno di Giovanni

Vediamo ora come queste variabili cognitive e motivazionali possono essere armonizzate in un coerente progetto didattico. L’insegnamento della Chimica può diventare un’avventura didattica capace di coinvolgere ed entusiasmare. Dobbiamo però spostare l’enfasi sull’apprendimento e progettare un ambiente che possa interessare gli studenti e affiancare la lezione tradizionale – in cui spesso si insegna molto e si apprende poco – con metodi che consentano di apprendere molto, magari insegnando meno.

Per offrire agli studenti maggiori opportunità per pensare in modo critico e indipendente, presentare le proprie idee originali e comunicare scienza ai compagni è stato sviluppato un progetto didattico con l’idea di raggiungere i seguenti obiettivi:

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

Qualche settimana prima della presentazione del progetto, l'insegnante ha stimolato la curiosità della classe alludendo e poi chiedendo l'aiuto degli studenti per risolvere un problema piuttosto delicato e complesso; quello che poi è diventato "il problema di Giovanni".

Giovanni lavora in una città metropolitana, ma coltiva il sogno di ristrutturare la grande casa del nonno materno sulla riva del lago e viverci con la sua famiglia. Fin da ragazzo, Giovanni, infatti, trascorreva le vacanze nella casa del nonno e sognava di avere un giorno una fattoria tutta sua, di godere la vita all'aperto allevando trote. Anche la moglie ne è entusiasta ed ora che entrambi sono vicini alla pensione e possono realizzare il loro sogno, hanno iniziato a progettare il loro futuro da allevatori di trote sfruttando così le opportunità offerte dalla natura.

Un giorno gli capita di leggere su una rivista, un articolo dal titolo inquietante "Laghi e fiumi sono in un mare di guai": il giornalista che aveva condotto l'indagine denunciava parecchi problemi legati all'ambiente per quanto riguarda l'inquinamento dell'acqua, sia organico che chimico. In particolare, affermava che l'accumulo di elementi come l'azoto e il fosforo era la causa del fenomeno dell'eutrofizzazione, cioè la proliferazione di alghe microscopiche che, non essendo smaltite dai consumatori primari, determinavano una maggiore attività batterica aumentando così il consumo di ossigeno, che viene a mancare ai pesci provocandone la morte.

Veniva citato uno studio in cui risultava che, tra i laghi più grandi, quelli in condizione di salute peggiore sono quello di Varese e il lago Trasimeno i quali, per quanto riguarda la superproduzione di alghe e di piante acquatiche, si trovano al terzo e al settimo posto nella graduatoria dei laghi italiani più malati.

Questa notizia ha preoccupato molto Giovanni che da tempo sperava di realizzare un'azienda che garantisse un tranquillo futuro non solo a lui e sua moglie, ma anche ai suoi figli. Giovanni e sua moglie hanno deciso di rivolgersi ad un'agenzia di ricerca ambientale per un parere tecnico: vogliono assicurarsi di investire bene i loro risparmi.

Il lago Trasimeno è conosciuto dagli studenti poiché ci passano parte delle vacanze e ci vanno a pesca; l'aspetto della familiarità è importante perché ne aumenta l'interesse. Infatti, "situational interest might provide an effective alternative for teachers who wish to optimize interest in their classrooms." (Hidi, Harackiewicz, 2000, p. 156).

From Sage on the Stage to Guide on the Side

Questo è il caso che l'insegnante (FV) ha presentato agli studenti: a ciascun allievo è stata fornita una fotocopia del problema ed è stato chiesto di rifletterci e analizzarne i vari aspetti e di scegliere un aspetto che avrebbe potuto o voluto indagare. Successivamente, sulla base delle preferenze es-

presse la classe si è divisa in 4 gruppi. Ai gruppi costituitisi spontaneamente sulla base delle relazioni esistenti nella classe, è stato apportato qualche piccolo cambiamento, per rendere compatibili gli interessi nell'indagine, cercando di integrare soggetti con caratteristiche e peculiarità diverse per favorire la creazione di legami intensi e significativi all'insegna del collaborativo incoraggiamento, dell'avvalorabile sostegno e del fattivo ed indispensabile aiuto.



Figura 3. La rappresentazione del sig. Giovanni (Autore: Leonardo Sorbelli).

Le caratteristiche e le peculiarità dei componenti i gruppi cooperativi sono ingredienti importanti per la riuscita del lavoro di gruppo: infatti, come Teresa Amabile, una studiosa delle organizzazioni asserisce, “If you want to build teams that come up with creative ideas, you must pay careful attention to the design of such teams. That is, you must create mutually supportive groups with a diversity of perspectives and backgrounds.” (Amabile, 1998, p. 82).

Ruoli nei gruppi: ciascun gruppo ha nominato un leader, un portavoce e un segretario. Le responsabilità del leader sono quelle di pianificare le attività e garantire che tutti i membri del suo gruppo siano consapevoli dell'impegno e siano pronti a rispettarlo. Il segretario prepara brevi relazioni sugli incontri del gruppo, mantiene i contatti con tutti i membri del gruppo stesso, mentre il portavoce relaziona all'insegnante sullo stato di avanzamento dei lavori nel gruppo.

Coinvolgere gli studenti in un modo attivo è fondamentale perché “knowledge is a state of understanding and can only exist in the mind of the individual knower; as such, knowledge must be constructed – or reconstructed – by each individual knower through the process of trying to

make sense of new information in terms of what that individual already knows. ... When students are engaged in actively processing information by reconstructing that information in such new and personally meaningful ways, they are far more likely to remember it and apply it in new situations. This approach to learning is consistent with information processing theories” (King, 1993, p. 30).

Il lavoro ha richiesto circa due mesi di intenso impegno per essere completato; durante le varie fasi dei lavori il ruolo dell’insegnante è stato quello di una figura di supporto, di guida, di consigliere, e man mano che il coinvolgimento degli studenti cresceva, di una persona che sta vivendo essa stessa un percorso formativo. Nel ruolo di insegnante-coach è stato evitato di comunicare informazioni puntuali, ma si è aiutato sia a livello personale che a livello di gruppo ad organizzarsi e ad assumere progressivamente la responsabilità delle proprie attività, intervenendo nel lavoro solo quando si riteneva la qualità della discussione non era più produttiva per i membri del gruppo, cercando di fornire nuovi spunti per proseguire e continuare la ricerca. Questo lavoro, legato all’analisi di un problema ambientale tocca molto da vicino la realtà vissuta da molti degli attori coinvolti, sia perché alcuni possiedono una casa sul lago Trasimeno e molti lo frequentano, specialmente durante la stagione calda; questa componente affettiva ha stimolato gli studenti ad assumere un ruolo attivo, a formulare domande e cercare soluzioni andando oltre l’apprendimento mnemonico. Questa specifica situazione genera l’interesse: “Situational interest is used to describe interest that is generated primarily by certain conditions and/or concrete objects in the environment.” (Krapp, Hidi, Renninger, 1992, p. 8).

La natura complessa del progetto, l’eterogeneità dei gruppi, anche come dislocazione fisica nel territorio e la necessità di comunicare tra loro e con l’insegnante, ha portato inevitabilmente all’utilizzo degli strumenti tecnologici per raccogliere informazioni, agevolando la pianificazione del lavoro, la collaborazione con gli altri componenti del gruppo e la realizzazione del progetto stesso.

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

Organizzazione del lavoro

I compiti sono stati definiti e suddivisi tra i gruppi facendo in modo che ciascun aspetto del problema fosse preso in considerazione nell’ambito delle

possibilità degli studenti e dei limiti temporali permessi dal programma scolastico.

Tabella 1. Compiti e responsabilità dei quattro gruppi cooperativi.

Gruppo	Definizione del problema	Obiettivi del gruppo di lavoro	Planning organizzativo
1	Esaminare l'acqua del Trasimeno facendo dei prelievi e analizzandoli in laboratorio. Confrontare i nostri dati con quelli pubblicati dall'ARPA-Agenzia Regionale Per la Protezione ambientale dell'Umbria.	Quali sono gli elementi chimici normalmente presenti nell'acqua? Su quali parametri chimico-fisici un'acqua è giudicata inquinata?	Ricerca bibliografica sulla valutazione della qualità delle acque di un lago. Ricerca bibliografica sulle tecniche e sugli strumenti utili a svolgere una valutazione di qualità delle acque del Trasimeno. Ricerca di informazioni sul territorio. Analisi delle informazioni e risposta al problema.
2	Valutare la qualità ambientale del territorio del lago Trasimeno.	Ricerca indicatori di qualità ambientale. Valutare la consistenza di questi parametri nei dintorni del lago Trasimeno.	Ricerca bibliografica sulla valutazione della qualità dell'ambiente e delle sue risorse. Ricerca bibliografica sulle tecniche e gli strumenti utili a svolgere una valutazione di qualità ambientale. Ricerca di informazioni sul territorio. Analisi delle informazioni e risposta al problema.
3	Quale difficoltà rappresenta l'eutrofizzazione del lago Trasimeno per un allevamento ittico? Esistono delle specie ittiche meno sensibili al fenomeno dell'eutrofizzazione?	Identificare la redditività di un allevamento per le carni e per la pesca sportiva. Identificare la specie più adeguata per l'allevamento a fini commerciali e/o produttivi presso il lago Trasimeno.	Ricerca bibliografica sulle specie di pesci lacustri. Ricerca bibliografica sui fenomeni eutrofici. Analisi e definizione di possibili soluzioni al problema dell'eutrofizzazione. Analisi della miglior soluzione su allevamento per le carni o per la pesca sportiva. Identificazione delle specie per l'allevamento.
4	Eutrofizzazione del lago Trasimeno: mezzi di depurazione con relativi costi.	Ricerca documentazione utile per valutare le dinamiche degli inquinanti. Analizzare la possibilità e i costi di un impianto di fitodepurazione delle acque del lago Trasimeno prospettando la proprietà del sig. Giovanni.	Ricerca bibliografica sui cicli biochimici degli inquinanti. Ricerca bibliografica sulle tecniche di fitodepurazione degli specchi di acque dolci. Ricerca di informazioni sul territorio. Analisi dei possibili scenari risolutivi. Risposta al problema.

I campioni di acqua del lago Trasimeno prelevati dal gruppo responsabile del campionamento (La scienziata) sono stati analizzati in laboratorio. I risultati della determinazione dell'ossigeno disciolto ottenuti in laboratorio sono simili ai dati ottenuta dall'A.R.P.A. della Regione Umbria (circa 12 mg/L) e indicano il buono stato ecologico del lago.



Figura 4. Determinazione dell'ossigeno disciolto col metodo di Winkler: riduzione dell' O_2 con Mn^{2+} e titolazione iodometrica.

Lavoro a scuola

Nella fase iniziale dell'analisi del problema e durante lo svolgimento del progetto gli studenti spesso dovevano constatare di non possedere le necessarie conoscenze e informazioni. Questa consapevolezza li ha maggiormente coinvolti nel processo formativo sia umano che scolastico. Dal confronto e su suggerimento dell'insegnante hanno studiato, svolto ricerche bibliografiche e interviste con esperti.

Tabella 2. Attività specifiche dei gruppi

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

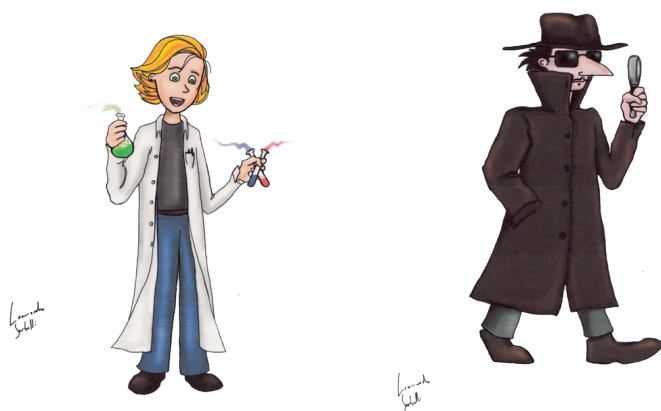


Figura 5. La scienziata e l'ispettore: figure realizzate per “Il sogno di Giovanni” (Autore: Leonardo Sorbelli). Due dei quattro personaggi rappresentanti i quattro gruppi cooperativi.

Specie ittiche presenti nel lago Trasimeno

Il lago Trasimeno, di origine tettonica-alluvionale, è situato ad una quota di 256 m s.l.m. e presenta una superficie di 118 km², attualmente con una profondità massima di 4,5 m circa. Le acque del lago sembrano pulite, ma spesso le alterazioni della qualità dell'acqua sono temporanee e saltuarie: la sua ampia superficie e la scarsa profondità influenzano in modo determinante il trofismo e le condizioni ambientali. Una profondità così modesta, infatti, determina un continuo rimescolamento delle acque ad opera dei venti, non permettendo una vera stratificazione termica. Inoltre, il livello delle acque è molto variabile ed è strettamente connesso sia con l'alto tasso di evaporazione, favorito dall'ampia superficie, che con le precipitazioni

Ma evidenze sperimentali confermano che il Lago Trasimeno è solo apparentemente salubre: difatti negli ultimi decenni si è assistito ad un rapido declino, dal 70% al 30%, delle popolazioni di molte specie di anfibi, principalmente Anuri (Rane, Rospi, Raganelle, ecc.) con gravi ripercussioni sull'ecosistema lacustre. La progressiva scomparsa delle rane, che come sappiamo sono insettivori, ha causato nell'intera fascia rivierasca del Lago Trasimeno, negli ultimi anni, intensi sfarfallamenti di Ditteri-Chironomidi, che provocano forti disagi ai residenti e al comparto turistico.

Le rane, come descrittori biologici, o meglio la loro sensibile diminuzione, indica una situazione complessiva dell'ecosistema lacustre piuttosto preoccupante. La diminuzione delle precipitazioni ha causato un eccessivo riscaldamento delle acque del lago e, quando in estate le temperature raggiungono i 30°C, alcune specie come le trote muoiono. Ecco perché un allevamento di trote sarebbe per il sig. Giovanni un pessimo investimento. Oltretutto, questo aumento di temperatura favorisce lo sviluppo di flora nel fondale, flora che alimenta ancor di più il fenomeno rendendo le acque torbide, in questo modo la vita dei pesci predatori è più difficile, in quanto ostacolati nella caccia.

Il gruppo degli ispettori ha raccolto informazioni sulle specie ittiche presenti nel lago Trasimeno e sulla loro sensibilità all'inquinamento. Queste informazioni sono necessarie per poter rispondere alla domanda rilevante per il progetto: esistono delle specie in grado di sopportare meglio l'eutrofizzazione del lago? Il luccio è un pesce predatore: il suo habitat preferito è rappresentato dalle acque lente e ricche di vegetazione (come i grandi laghi, i canali e i fiumi). Attualmente sta diventando sempre più raro a causa dell'inquinamento e della pesca. L'anguilla presenta un corpo serpentiforme, la cui lunghezza può raggiungere i 140 cm. L'anguilla è attiva principalmente di notte e si nutre delle specie che popolano il fondo (crostacei, vermi ed altri invertebrati) e anche di pesci.

Il cavedano ha il corpo robusto, fusiforme e slanciato; sembra risentire poco dell'inquinamento. Tollera anche acque lievemente salmastre. La carpa

è onnivora: si ciba delle specie che vivono sul fondo (invertebrati in genere, larve di insetto, molluschi, e talvolta anche piccoli pesci) di vegetali (alghe, piante acquatiche). Inoltre è estremamente resistente e tollerante, tanto da riuscire a vivere in acque povere di ossigeno. Il carrasio e il pesce gatto sono specie esotiche introdotte dall'uomo.

Il persico reale è un pesce di taglia media: ha una grande flessibilità adattativa. Vive in ambienti diversificati, è presente in laghi e fiumi e s'incontra anche in acque a bassa salinità. L'alborella raggiunge una lunghezza di 10-12 cm. In ambienti lacustri di piccole dimensioni è ubiquitaria e ha un buon valore economico. La tinca ha un corpo tozzo, coperto da piccole squame, con grosse pinne carnose. Pesce onnivoro, si nutre di organismi bentonici e vegetali, soprattutto in orari notturni. È un pesce dalle carni apprezzate, preda di pescatori sportivi e non, nonché oggetto di allevamento in acquacoltura.

Il gruppo ha presentato queste informazioni al resto della classe e gli studenti sono stati coinvolti in una discussione per stabilire la specie da scegliere per il centro ittiogenico per la riproduzione e per l'allevamento. Sostenuti dalle notizie ricevute dall'intervista al prof. Massimo Lorenzoni, la scelta è caduta sulla tinca. Questo perché è una specie autoctona e vive bene anche in acque calde. La tinca ha anche bisogno di fondali melmosi in quanto in inverno vi si rifugia sia per combattere le basse temperature che per alimentarsi di benthos; comunque essendo onnivora, la tinca si adatta bene anche al mangime.

Alla fine del progetto, gli studenti più esperti sull'uso delle tecnologie informatiche hanno sviluppato un filmato di presentazione della loro proposta del centro ittiogenico per la riproduzione e per l'allevamento della tinca:



Figura 6. Il progetto del “centro ittiogenico per la riproduzione e per l'allevamento”. Online at: <https://youtu.be/7NVmv9XAWv8>.

Oltre a stabilire la specie ittica più conveniente da allevare, gli studenti hanno acquisito i dati necessari per fare una valutazione economica dei costi per la bonifica del lago e del costo per il progetto dell'allevamento delle tinche. Il gruppo responsabile della depurazione delle acque ha studiato la fattibilità e i costi dell'impianto di depurazione delle acque reflue.

Avvalendosi dei studi e della proposta innovativa contenuti nella tesi di laurea dell'ing. Giorgio Puppo, dell'Università di Genova "Rimozione dei nutrienti da acque di scarico civile mediante processi di fitodepurazione", il gruppo ha proposto e presentato alla classe l'utilizzo della fitodepurazione.

La fitodepurazione è un processo naturale per depurare le acque reflue che utilizza le piante come filtri biologici in grado di ridurre le sostanze inquinanti in esse presenti. La fitodepurazione è un'alternativa che rispetta l'ambiente e che si rivela vantaggiosa anche dal punto di vista economico (rispetto ad un depuratore tradizionale consente un notevole risparmio di energia elettrica).

Il gruppo ha anche presentato una stima dei costi del progetto, suddivisi in costi di impianto (Acquisto delle aree; Realizzazione dell'impianto; Avvio dell'impianto), costi di gestione ordinaria (Manutenzione dell'area verde; Analisi di laboratorio dei principali parametri di inquinamento; Manutenzione tecnica e programmata delle componenti elettromeccaniche; Smaltimento dei fanghi primari; Consumo di energia elettrica; Controllo delle erbe infestanti nel processo depurativo; Sfalci delle macrofite) e costi di gestione straordinaria (Rigenerazione del substrato di riempimento per la perdita della funzionalità; Sostituzione delle componenti elettromeccaniche; Pulizia periodica delle componenti soggette ad intasamento).

Nel dibattito nella classe emerge una soluzione sufficientemente contenuta nei costi e negli spazi e che risponde sia ad esigenze commerciali (alimentazione e attività sportiva) che ambientali (ripopolamento del lago). L'impianto proposto prevede una nursery per la schiusa delle uova; i giovani avannotti saranno trasferiti in vasche di allevamento sino al peso di circa 300 g e destinati al mercato alimentare.

Alcuni esemplari saranno fatti crescere e sfruttati per la riproduzione e per il ripopolamento della specie, in quanto nel lago Trasimeno (e nei laghi chiusi in generale) le specie devono continuamente essere reintrodotte altrimenti andrebbero a scomparire. La Regione Umbria stanziava annualmente un rimborso per chi contribuisce al ripopolamento del Trasimeno con specie autoctone. Gli esemplari più vecchi saranno destinati alla pesca sportiva.

Valutazione formativa

Per un siffatto progetto complesso e articolato è stato pensato un conseguente sistema di valutazione formativa che aiutasse e valorizzasse la

crescita umana e conoscitiva e le nuove abilità acquisite nel processo. Si è seguita l'idea di utilizzare delle griglie di valutazione che favorissero sia la crescita umana che quella scientifica. Gli studenti sono stati informati preventivamente sia delle modalità di valutazione della prova che della sua finalità e hanno potuto prendere visione delle schede di valutazione predisposte. L'intento era quello di attivare quei processi di autovalutazione che consentano agli studenti di individuare i propri punti di forza e di debolezza e quindi migliorare il proprio rendimento scolastico. Per la valutazione del profitto degli studenti sono state adottate delle tabelle per tutte le fasi del progetto.

Tabella 3. Valutazione del gruppo di lavoro

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

Valutazione dei report.

I report dell'attività di gruppo (intermedi e finale), sono stati valutati in base a criteri qualitativi predeterminati con l'attribuzione di un peso uguale per tutti i suoi componenti, secondo i seguenti punteggi da 1 a 3:

1. il report rappresenta l'esame dei punti fondamentali della ricerca (punteggio = 1);
2. il verbale rappresenta l'esame dei punti fondamentali della ricerca, raccoglie i contributi del gruppo ed evidenzia le idee assunte (punteggio = 2);
3. la relazione illustra l'esame dei punti fondamentali della ricerca, raccoglie i contributi di ciascun componente il gruppo ed evidenzia le idee valutate e quelle fatte proprie (punteggio = 3).

Per la valutazione del report finale del gruppo si è ritenuto essenziale individuare degli indicatori di valutazione del prodotto che si riferiscono a categorie più generali riconducibili a diverse dimensioni dell'intelligenza: cognitiva, pratica, relazionale-comunicativa (Gardner, Hatch, 1989, Gardner, 2011).

Si ritiene che possano essere esempi di indicatori adatti a molte categorie di prodotti cognitivi i seguenti:

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

Ognuna delle cinque dimensioni è stata valutata su una scala da 1 (appena sufficiente) a 3 (ottimo).

Eccellenza.

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

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

Post test

La valutazione del progetto è stata fatta dagli studenti utilizzando un questionario e il risultato è stato oltremodo positivo al punto che non sarebbe eccessivo definire entusiastico.

Gruppo n.....Nome

Hai letto "Il problema di Giovanni?" SI NO

Ti ha incuriosito? SI NO UN PO'

QUALI CONOSCENZE POSSEDEVI SULL'ARGOMENTO?

.....
.....
.....

QUALE RUOLO HAI RICOPERTO NEL GRUPPO?

1. Leader
2. Verbalizzatore
3. Portavoce
4. Responsabile della raccolta delle informazioni in

1. INTERNET
2. BIBLIOTECA
3. ARTICOLI DA RIVISTE
4. INTERVISTE AD ESPERTI
5. ALTRO

La tematica affrontata nel progetto ti è sembrata:

1. poco rilevante;
2. molto rilevante.

Il metodo di insegnamento/apprendimento utilizzato ti è sembrato:

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

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

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

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

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

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

Riflessioni e proposte

.....
.....
.....

Benefici e sfide

L'insegnante ha posto molta attenzione nel non mortificare i suggerimenti e le proposte che venivano dagli studenti, che a volte potevano sembrare fuori luogo. Chiedendo invece le ragioni ha cercato di portare alla luce i

ragionamenti che li originavano. Sono state lodate le osservazioni pertinenti e qualche suggerimento che andava oltre quanto l'insegnante aveva pianificato per il progetto. Tutto questo per cercare di valorizzare la creatività e le idee originali che provenivano dagli studenti, perché "When I consider all the organizations I have studied and worked with over the past 22 years, there can be no doubt: creativity gets killed much more often than it gets supported." (Amabile, 1998, p. 77)

Una parte del successo di questo progetto è da attribuire al metodo didattico utilizzato. È stato già detto del lavoro in gruppi cooperativi e dei ruoli e delle responsabilità individuali. Gli studenti hanno condotto un'indagine secondo dei criteri coerenti con il metodo IBSE (Inquire Based Science Education). Infatti, il processo a cui gli studenti hanno partecipato include i cinque aspetti essenziali dell'inquiry: (Minner, Jurist Levy, Century, 2010, p. 476)

- (1) Learners are engaged by scientifically oriented questions.
- (2) Learners give priority to evidence, which allows them to develop and evaluate explanations that address scientifically oriented questions.
- (3) Learners formulate explanations from evidence to address scientifically oriented questions.
- (4) Learners evaluate their explanations in light of alternative explanations, particularly those reflecting scientific understanding.
- (5) Learners communicate and justify their proposed explanations.

Si è voluto anche seguire la filosofia del Problem-based learning (PBL). Il PBL è un metodo di insegnamento dove l'apprendimento degli studenti avviene mentre risolvono un problema autentico. (Marra, Jonassen, Palmer, Luft, 2014) Certamente per gli studenti coinvolti in questo progetto, la complessità e i molti aspetti da considerare hanno costituito un problema reale e la parte di analisi delle acque una parte significativa del programma scolastico. L'apprendimento basato sui progetti viene definito come "using authentic, real-world projects, based on a highly motivating and engaging question, task, or problem, to teach students academic content in the context of working cooperatively to solve the problem" (DuVivier, Logan Patitu, Stover, 2017, p. 331) In questi modi innovativi d'insegnare, come fonti di informazioni e feedback, oltre all'insegnante ci si avvale anche di esperti. (Larmer, Mergendoller, 2010)

I benefici ottenuti con l'adozione di questo metodo di apprendimento sono stati numerosi: quando gli studenti sono attivamente impegnati e responsabilizzati a condurre in prima persona il loro apprendimento, migliorano le capacità di ricerca e di osservazione, rispetto a ciò che accade nelle lezioni tradizionali; inoltre la necessità di lavorare in gruppo, insegna loro a collaborare, ad ascoltarsi, a comunicare, a darsi delle spiegazioni

l'uno con l'altro nella consapevolezza di essere ciascuno parte di un sistema più complesso. Il mercato del lavoro è alla ricerca di personale qualificato, in grado di mettere in pratica quanto appreso teoricamente, ma soprattutto in grado di raggiungere obiettivi lavorando in equipe. Proprio il metodo cooperativo, associato ad un processo di investigazione può essere lo strumento necessario per sviluppare queste competenze e per coinvolgere attivamente gli studenti. È anche vero che le sfide da superare sono molte: l'apprendimento per problemi in un processo di investigazione richiede molto tempo sia per l'organizzazione che per la gestione. Questo spiega in parte perché molti docenti preferiscono attenersi alla tradizionale maniera di insegnare piuttosto che impegnarsi a sperimentare una didattica alternativa.

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

Rispetto all'uso di problemi basati su un contesto familiare vogliamo riportare alcune domande, poste da chi ha sviluppato moduli didattici per il progetto *Chemie im Kontext*: "When attitudes, beliefs, interests, and motivational aspects such as goal orientation are considered as preconditions and starting points for learning in a similar way as pre-knowledge and daily-life concepts, how do they interact or interfere with those cognitive variables?" e "How can learning modules be successfully designed in a way that addresses both affective and cognitive preconditions in order to improve student understanding and to raise students' interest, motivation, and attitudes related to the content?" (Menthe, Parchmann, 2015, p. 64)

Senza pretendere di dare risposte esaustive a queste domande, possiamo concludere ricordando che per gli studenti "il problema di Giovanni" è stata una sorta di avventura didattica e un'esperienza di apprendimento molto positiva, come hanno anche dimostrato i risultati raggiunti all'esame di stato e il successo conseguito nei successivi studi all'università.

Bibliografia

T. Amabile, How to kill creativity, *Harvard Business Review*, 1998, September, 77-87.

V. Brianzoni, L. Cardellini, Il progetto europeo PROFILES e il suo impatto in Italia. *La Chimica nella Scuola*, 2015, **37** (3), 37-58.

- L. Cardellini, R. M. Felder, L'apprendimento cooperativo: un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti, *La Chimica nella Scuola*, 1999, **21** (1), 18-25.
- R. DuVivier, C. Logan Patitu, S. Stover, Students' Learning Experiences in Project-Based Learning (PtBL): With Pain Comes Gain. In C. Zhou, (Ed.), *Handbook of Research on Creative Problem-Solving Skill Development in Higher Education* (pp. 329-350). Information Science Reference, Hershey PA, 2017.
- C. S. Dweck, *Self-theories: Their role in motivation, personality, and development*. Psychology Press, New York, 2000.
- C. S. Dweck, A. Master, Self-theories and motivation: Students' beliefs about intelligence. In K. R. Wentzel, A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 123-140), Routledge, New York, 2009.
- M. Fleer, P. Rillero, Family involvement in science education: What are the outcomes for parents and students, *Studies in Science Education*, 1999, **34**, 93-114.
- M. Fullan, Developing humanity. Education's emerging role. *Principal Connections*, 2016, **20** (2), 10-12.
- H. Gardner, *Frames of mind. The theory of multiple intelligences*. Basic Books, New York, 2011.
- H. Gardner, T. Hatch, Multiple intelligences go to school: Educational implications of the theory of multiple intelligences, *Educational Researcher*, 1989, **18**, (8), 4-10.
- S. Hidi, J. M. Harackiewicz, Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century, *Review of Educational Research*, 2000, **70** (2), 151-179.
- K. V. Hoover-Dempsey, H. M. Sandler, Why do parents become involved in their children's education?, *Review of Educational Research*, 1997, **67** (1), 3-42.
- A. King, From sage on the stage to guide on the side, *College Teaching*, 1993, **41** (1), 30-35.
- A. Krapp, S. Hidi, K. A. Renninger, Interest, learning, and development. In K. A. Renninger, S. Hidi, A. Krapp, (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3-25). Psychology Press, New York, 2015.
- J. Larmer, J. R. Mergendoller, Seven essentials for project-based learning, *Educational Leadership*, 2010, **68** (1), 34-37.
- R. Marra, D. H. Jonassen, B. Palmer, S. Luft, Why problem-based learning works: Theoretical foundations. *Journal on Excellence in College Teaching*, 2014, **25** (3&4), 221-238.
- J. Menthe, I. Parchmann, Getting involved: Context-based learning in Chemistry education. In M. Kahveci, M. Orgill (Eds.), *Affective dimensions in Chemistry education* (pp 51-67). Springer, Heidelberg, 2015.
- D. D. Minner, A. Jurist Levy, J. Century, Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002, *Journal of Research in Science Teaching*, 2010, **47** (4), 474-496.

- F. Pajares, Self-efficacy during childhood and adolescence: Implications for teachers and parents. In F. Pajares, T. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 339-367). Information Age Publishing, Greenwich, CT, 2006.
- C. M. Reigeluth, J. K. Karnopp, *Reinventing schools. It's time to break the mold*, Rowman & Littlefield Education, Lanham, MD, 2013.
- K. A. Renninger, Working with and cultivating the development of interest, self-efficacy, and self-regulation. In D. D. Preiss, R. J. Sternberg (Eds.), *Innovations in educational psychology: perspectives on learning, teaching, and human development* (pp. 107-138). Springer, New York, 2010.
- K. A. Renninger, S. E. Hidi, *The power of interest for motivation and engagement*. Routledge, New York, 2016.
- L. Sha, C. Schunn, M. Bathgate, A. Ben-Eliyahu, Families support their children's success in science learning by influencing interest and self-efficacy, *Journal of Research in Science Teaching*, 2016, **53** (3), 450-472.
- R. J. Shavelson, M. A. Ruiz-Primo, E. W. Wiley, Windows into the mind, *Higher Education*, 2005, **49** (4), 413-430.
- D. H. Schunk, F. Pajares, The development of academic self-efficacy. In A. Wigfield & J. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 15-31). Academic Press, San Diego, 2002a.
- D. H. Schunk, F. Pajares, Self-efficacy theory. In K. R. Wentzel, A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 35-53). Routledge, New York, 2009.
- S. B. Sheldon, J. L. Epstein, Involvement counts: Family and community partnerships and mathematics achievement, *The Journal of Educational Research*, 2005, **98** (4), 196-206.
- L. Steinberg, B. B. Brown, S. M. Dornbusch, *Beyond the classroom: Why school reform has failed and what parents need to do*, Simon & Schuster, New York, 1996.
- L. Thornton, P. Brunton, *Bringing the Reggio Approach to your Early Years Practice*, 2nd Ed., Routledge, New York, 2010.
- J. C. Turner, S. M. Fulmer, Observing interpersonal regulation of engagement during instruction in middle school classrooms. In S. Volet, M. Vauras (Eds), *Interpersonal Regulation of Learning and Motivation* (pp. 147-169). Routledge, New York, 2013.
- R. Wood, A. Bandura, Social cognitive theory of organizational management. *Academy of Management Review*, 1989, **14** (3), 361-384.
- A. Zusho, P. R. Pintrich, B. Coppola, Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 2003, **25** (9), 1081-1094.



Gruppo Nazionale di Fondamenti e
Storia della Chimica

Giulio Natta, all'epoca dei fatti

Un inserto storico nei programmi di chimica

Emanuele Penocchio¹

Dottorando presso la Scuola Normale Superiore di Pisa
emanuele.penocchio@gmail.com

Riassunto

La storia della chimica trova poco spazio nei programmi didattici e nei libri di testo, dove ci si limita a citare qualche data o a fornire un mero ordine cronologico delle scoperte. Contestualizzare l'attività scientifica nell'opportuno periodo storico può però dimostrarsi uno strumento educativo imprescindibile qualora si voglia mettere in luce la complessità dell'impresa scientifica nella sua totalità. La vicenda di Giulio Natta, tutt'ora unico italiano a ricevere il premio Nobel per la chimica, è emblematica in tale senso e viene qui riportata in chiave storica.

Abstract

There is little room for the history of chemistry in syllabuses or textbooks, where often just a few dates are reported, together with a brief chronological order of the discoveries. Contextualizing scientific activity in the proper historical period could be an invaluable educational tool in order to shed light on the complexity of the whole scientific enterprise. The life story of Giulio Natta, still the only Italian who was awarded the Nobel Prize in chemistry, is emblematic of this claim and is here reported from a historical perspective.

Non so che viso avesse, neppure come si chiamava
[...]

Conosco invece l'epoca dei fatti, qual era il suo mestiere

(F. Guccini, "La locomotiva", *Radici*, 1972)

1. Il Gruppo Nazionale di Fondamenti e Storia della Chimica propone ai lettori di CnS questo contributo del socio Emanuele Penocchio (1992). Emanuele ha conseguito la laurea triennale in Chimica e Chimica dei Materiali all'Università di Bologna nel 2014. Nel 2016 ha discusso presso l'Università di Pisa una tesi magistrale in spettroscopia computazionale riguardante gli aspetti vibro-rotazionali di sistemi molecolari. Attualmente è dottorando alla Scuola Normale e si interessa degli aspetti termodinamici dei sistemi chimici fuori equilibrio, motori molecolari in particolare.

Introduzione

Gli scienziati sono ben diversi dagli eroi. In particolare da quelli che canta Guccini, di cui ignoriamo viso e nome, ma di cui conosciamo bene mestiere e contesto storico. Degli scienziati invece capita spesso di avere familiarità con i nomi – magari perché un parente abita in Largo Bruno Pontecorvo o perché compriamo una lampadina da 100 Watt – e pure con i visi, quasi mai “giovani e belli”, in alto a destra nelle pagine di Wikipedia. Chi ha fatto studi di tipo tecnico-scientifico e ancora non ne ha dimenticato i contenuti riesce magari a collegare ai nomi una teoria o una scoperta, mentre chi con la scienza ci lavora ha probabilmente un'ottima conoscenza dei singoli contributi apportati nel proprio settore dai diversi personaggi.

In ogni caso, è raro che alla figura di uno scienziato venga associata “l'epoca dei fatti”.

Il motivo di ciò è che, nei programmi didattici delle scuole superiori, le materie scientifiche sono affrontate da un punto di vista che privilegia – in parte ragionevolmente – risultati, teorie e metodi consolidati. Le biografie e le storie degli scienziati sono a volte presentate, ma nella stragrande maggioranza dei casi queste nozioni giocano il ruolo di curiosità marginali, relegate nei testi in *box* che durante lo studio individuale si possono tranquillamente “saltare”. Talvolta, però, questo atteggiamento nei confronti della storia della scienza porta a perdere importanti occasioni per ricucire quella dannosa dicotomia tra materie scientifiche e materie umanistiche, che lo studente italiano di oggi percepisce come scollegate, quasi come se la scienza non fosse da classificare come attività umana – e umanizzante. Questo articolo vuole dare un esempio di come, attraverso l'approfondimento delle vicende di vita di un grande scienziato, sia possibile inserire una scoperta scientifica in un ampio quadro interdisciplinare che ne esalti l'importanza storica, ma che allo stesso tempo metta in luce la complessità della sua genesi, che può essere ben compresa solo facendo ricorso a strumenti e nozioni extra-scientifici come quelli della storia. Contrariamente alla visione che spesso, privilegiandone altri aspetti, si trasmette, la scienza non è indipendente dalla storia e dal contesto sociale in cui si pratica concretamente. È un'attività umana, e come tale risponde agli avvenimenti del suo tempo, influenzandolo, ma anche assecondandone le esigenze.

Lo scienziato e il suo tempo

Siamo a Milano. Un professore ordinario trentacinquenne in carica a Torino ha appena accettato la cattedra di chimica industriale più importante del Paese, quella del Politecnico.

Al giorno d'oggi, l'eventualità che un professore raggiunga i vertici della carriera universitaria a una così giovane età non può non suonare strana – se non sospetta! La vicenda, però, è ambientata nelle ultime settimane del

1938, e il protagonista è Giulio Natta (Porto Maurizio, 1903 - Bergamo, 1979), a oggi unico premio Nobel italiano per la chimica. In verità, la cosa non era comune nemmeno a quel tempo, ma il cognome di Mario Giacomo Levi (Padova, 1878 - Milano, 1954), predecessore di Natta, ne palesava le origini in modo troppo limpido per evitare il suo allontanamento in conseguenza della promulgazione in Italia delle leggi razziali; questo nonostante Levi appoggiasse pubblicamente il regime fascista e si fosse distinto come scienziato preminente nella ricerca del cosiddetto “combustibile nazionale”, ottenendo ingenti finanziamenti statali [1]. Quelli erano infatti gli anni dell'autarchia fascista: i rapporti internazionali tesi ostacolavano l'importazione di prodotti strategici, che gli Stati puntavano dunque a produrre autonomamente, investendo nella ricerca scientifica e nell'innovazione tecnologica [2]. Un esempio su tutti è quello della gomma, problema al quale i chimici tedeschi erano riusciti a sopperire con l'invenzione della BUNA S (un copolimero il cui nome commerciale deriva da “BUtadiene”, “NAtrium” – nome latino del sodio – e “Stirene”), la stessa alla cui produzione partecipò poi il chimico e scrittore Primo Levi a Buna-Monowitz, un campo satellite di Auschwitz [3].



Figura 1: In periodo autarchico venne introdotto l'obbligo di miscelare un minimo di 20% di alcol prodotto in Italia (principalmente metanolo ed etanolo) a tutte le benzine destinate al consumo sul territorio nazionale; il Robur dell'Agip rappresenta uno dei tanti tentativi verso un “combustibile nazionale”.

Nell'Italia di fine anni Trenta in cui Natta comincia la sua avventura al Regio Politecnico di Milano, la parola “autarchia” è all'ordine del giorno. In particolare, da più di dieci anni, proprio a Milano ha sede la Sezione Combustibili del Ministero dell'Educazione Nazionale, finanziata da governo e industrie con la missione di trovare una soluzione al problema energetico, soprattutto ora che le importazioni di carbone e petrolio stanno diventando sempre più difficili e insostenibili [2,4].

Un altro grande problema che la chimica è chiamata a risolvere è proprio quello della gomma: l'importazione di 30000 tonnellate annue di caucciù dal Brasile non è più praticabile e bisogna tenere il passo di Russia e Germania, che già producono gomma sintetica [2,3]. Nel 1939 il centro per lo studio della gomma sintetica del Cnr viene trasferito, come Natta, da Torino a Milano, facendo di questa città il fulcro strategico dell'industria chimica italiana, con il Politecnico in prima fila [4].

In un contesto nazionale di questo tipo è difficile che un chimico di talento come Giulio Natta si tenga alla larga dalla ricerca “che conta”, quella dove governo e industria concentrano i finanziamenti per creare laboratori all'avanguardia. Dopo un avvio da cristallografo, è infatti da qualche anno che Natta lavora sulla sintesi catalitica di metanolo da ossidi di carbonio e idrogeno e sulla gassificazione con ossigeno a bassa temperatura di sostanze di produzione nazionale utilizzabili come combustibili. I risultati delle sue ricerche hanno già un notevole impatto applicativo: un gassogeno da lui sviluppato viene usato regolarmente per produrre su scala industriale fertilizzanti, carburanti ed esplosivi autarchici. Sulla spinta di questo successo, Natta si guadagna fin da subito un ruolo di primo piano nella chimica industriale milanese e già nei primi mesi di attività diventa responsabile scientifico di un impianto voluto dalla SAIGS (Società Anonima Italiana Gomma Sintetica) e costruito a Ferrara con lo scopo di sintetizzare gomma usando alcol etilico distillato da melasso di barbabietola. In pochi anni viene messa a punto una procedura per la preparazione e la purificazione di butadiene e lo stabilimento va a regime, consentendo all'Italia di produrre gomma sintetica durante la seconda guerra mondiale [5,6,7]. Natta stesso, molti anni dopo, scriverà in una nota autobiografica che “questi studi compiuti negli anni Trenta e Quaranta costituiscono la base culturale e professionale su cui si svilupparono le [...] ricerche sulla polimerizzazione stereospecifica”, sottolineando come saranno proprio queste vicende ad aprire la strada verso il premio Nobel [8].

La salita verso la cerimonia del 10 dicembre 1963 è però ancora lunga e ripida, e probabilmente Natta non potrebbe continuare a percorrerla con le sue sole forze. Qui entra in gioco un compagno di viaggio che apparirà inusuale al lettore del 2017: la Montecatini, un'azienda chimica italiana che durante il fascismo ha assunto il ruolo di importante colosso industriale per

la produzione strategica di fibre dell'acetato di cellulosa, nylon, coloranti, combustibili, oli lubrificanti, esplosivi e fertilizzanti. Anche qui è emblematica una frase di Natta, pronunciata durante i festeggiamenti per il Nobel, con la quale dirà che “senza la collaborazione fra il Politecnico e la Montecatini l'impresa non sarebbe stata possibile” [9]. Natta intrattiene rapporti con la Montecatini già dal 1928, quando le sue ricerche sulla catalisi per la sintesi del metanolo hanno prodotto alcuni brevetti di titolarità Montecatini, in una collaborazione che continua poi con studi sulla sintesi di formaldeide da metanolo. A guerra e fascismo finalmente finiti, quello che ormai è già un chimico di fama internazionale stringe i rapporti con l'ing. Piero Giustiniani, che dagli anni Cinquanta diventa amministratore delegato della Montecatini nominando il professore come consulente e chiedendogli di occuparsi della formazione in ricerca di base dei laureati neoassunti. Una lungimiranza – è il caso di dirlo! – d'altri tempi [9,10].

Le carte a questo punto sono davvero buone e per giocare si attende solo il momento propizio, che arriva nel 1952 durante una conferenza in cui Karl Ziegler, lo scienziato che condividerà con Natta il premio Nobel, espone le sue scoperte sui catalizzatori per la polimerizzazione dell'etilene [9]. Natta ha un'intuizione e chiede alla Montecatini di assecondarla: Ziegler viene nominato consulente e 3 dipendenti dell'azienda passano un anno in Germania per imparare come maneggiare i nuovi catalizzatori e le metodologie messe a punto dal chimico tedesco [10]. Al loro ritorno la Montecatini ha predisposto presso il Politecnico un laboratorio con apparecchiature all'avanguardia, reagenti e personale, con l'obiettivo di mettere Natta nelle condizioni migliori per fare ricerca [5-7].

Come la vicenda prosegue è noto anche ai ragazzini, almeno a quelli che nel 2011 hanno letto il numero speciale di *Topolino* per l'Anno Internazionale della Chimica, nel quale la polimerizzazione stereospecifica del propilene è stata celebrata attraverso Qui, Quo e Qua alle prese con una ricerca di storia della chimica [11]. Si può dire – senza offesa – che almeno nelle scuole di Paperopoli gli aspetti storici della scienza sono tenuti in considerazione. In ogni caso, possiamo ricordarne le tappe fondamentali: il 14 marzo 1954 Paolo Chini (Firenze, 1928 - Milano, 1980) azzecca le giuste condizioni sperimentali che portano il propilene a polimerizzare, mentre Piero Pino (Trieste, 1921 - Milano, 1989) ottimizza la purificazione di quello che si rivela essere un materiale dall'enorme potenziale, subito brevettato con il nome di Moplen, un *assist* perfetto per il "e mo' e mo' Moplen" dei caroselli di Gino Bramieri [5,7].



Figura 2: Una vignetta del numero di Topolino dedicato all'Anno Internazionale della Chimica (2011).

Il Nobel e il declino dell'industria chimica italiana

Come farà notare il comitato di assegnazione del premio Nobel, Natta è riuscito nell'impresa di togliere alla natura il monopolio della sintesi di polimeri stereoregolari, segnando di fatto l'inizio di una nuova stagione per la chimica moderna. Anche sul piano industriale l'eco fu vasta, portando subito ad applicazioni nella fabbricazione di oggetti, fibre e pellicole sottili, e convincendo la Montecatini a finanziare ulteriormente le ricerche per catalizzatori di nuova generazione, sempre più efficienti in termini di resa [5,7,12]. La strada sembrerebbe spianata, ma come per la locomotiva cantata da Guccini, la storia ci racconta anche in questo caso come finì la corsa. Negli anni Sessanta la Montecatini attraversa un periodo "asfittico", usando le parole dello stesso Giustiniani, e nonostante Natta venga insignito proprio in quegli anni della più alta onorificenza in campo scientifico, la malattia di Parkinson lo costringe a ritirarsi prematuramente da una scena – soprattutto pubblica – in cui forse avrebbe potuto interpretare ancora un ruolo da protagonista. Ciò a cui invece si assiste è un lento declino dell'azienda che per anni è stata capofila della sintesi di quello che oggi è il secondo prodotto chimico al mondo in termini di valore economico, il tutto sotto gli occhi di uno Stato incapace, o comunque non disposto, a risollevarne le sorti dell'industria chimica italiana [9,10].

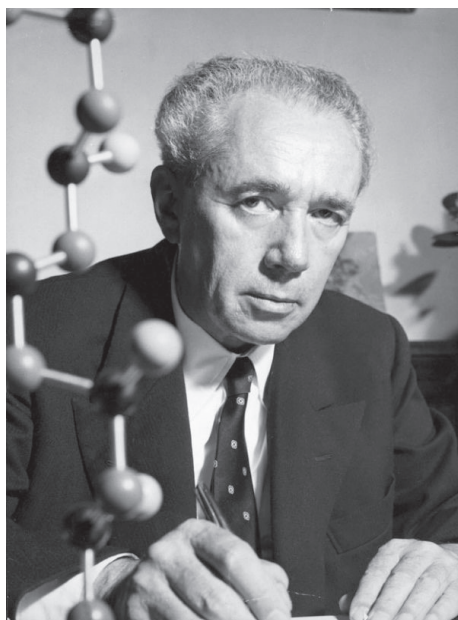


Figura 3: Giulio Natta fotografato negli anni Sessanta.

Conclusioni

Questo contributo è nato da un sondaggio iniziato per caso, quando l'immagine di Figura 3 era impostata come sfondo dello *smartphone* di chi scrive. Agli amici curiosi, che chiedevano chi fosse, arrivava pronta la risposta “è Giulio Natta, unico premio Nobel per la chimica italiano”. Il nome suonava familiare perché le “cattedre Natta” erano un tema caldo negli ambienti universitari, ma tutti sgranavano gli occhi stupiti quando aggiungevo – romanzando un poco – “l'uomo che ha inventato la plastica”. Approfondendo l'indagine mi sono reso conto di come, escludendo chi ha intrapreso studi di chimica, sia molto raro trovare universitari (e quindi diplomati) che conoscano la figura e la vicenda di Giulio Natta. Penso che parlarne nelle scuole possa dare due grandi opportunità. La prima è quella di offrire agli studenti una finestra sulla chimica moderna, attraverso la quale rendersi conto della sua potenza e della sua influenza sulla nostra quotidianità. La seconda è di mettere in luce l'intima e reciproca connessione tra scienza e società, grazie alla storia di un uomo che ha saputo leggere il suo tempo mentre seguiva la direzione che questo gli ha imposto, mostrando come industria e ricerca di base possano dialogare proficuamente. Agli insegnanti il compito di trasmettere questi valori agli allievi, non solo per rendere attraente lo studio della chimica e magari conquistare altri Nobel, ma soprattutto per il bene della nostra comunità nazionale.

Bibliografia

- [1] G. Nebbia, presentazione a “Mario Giacomo Levi al Politecnico di Milano”, *Milano città delle Scienze* (<http://www.http://milanocittadelle scienze.it/it/cantieri-aperti/articoli-e-saggi/>), consultato nel giugno 2017.
- [2] M. Ruzzenenti, “L'autarchia verde. Un involontario laboratorio della *green economy*”, Jaca Book, Milano, 2001.
- [3] P. Redondi (a cura di), “La gomma artificiale. Giulio Natta e i laboratori Pirelli”, Edizioni Angelo Guerini e Associati, Milano, 2013.
- [4] I. Pasquon, “Per una cartografia della chimica milanese: le istituzioni di ricerca e insegnamento e i loro protagonisti”, *Milano città delle Scienze* (<http://www.http://milanocittadelle scienze.it/it/cantieri-aperti/articoli-e-saggi/>), consultato nel giugno 2017.
- [5] AAVV. “Atti del XV Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica”, (Bologna, 18-20 Settembre 2013), a cura di M. Taddia, Aracne editrice, Roma, 2013.
- [6] I. Pasquon, “Giulio Natta Scienziato”, *Milano città delle Scienze* (<http://www.http://milanocittadelle scienze.it/it/cantieri-aperti/articoli-e-saggi/>), consultato nel giugno 2017.
- [7] *La Chimica & l'Industria*, n.1, gen./feb., 2013.
- [8] G. Natta, “Natta, G.”, in *Scienziati e tecnologi contemporanei*, vol. II, A. Mondadori, Milano, 1974.
- [9] L. Caglioti, “Natta-Giustiniani: una sinergia vincente” in Giulio Natta nobel Politecnico, *Politecnico, rivista del Politecnico di Milano*, 7, pp. 62-65, 2003.
- [10] S. Landini (regia di), “Giulio Natta, L'epopea della chimica italiana. Intervista a Italo Pasquon, collaboratore di Giulio Natta e professore emerito del Politecnico di Milano”, *Milano città delle Scienze* (<http://milanocittadelle scienze.it/it/cinema-cinema/>), 2012.
- [11] S. Ambrosio (testo), P. De Lorenzi (disegni), “Qui, Quo, Qua e la grande storia della chimica dei paperi”, *Topolino*, n. 2916, pp.10-44, 2011.
- [12] L. Cerruti, “Bella e Potente. La chimica dagli inizi del Novecento ai giorni nostri”, Editori Riuniti university press, Roma, 2016.

Utilizzo di carburanti alternativi

Non solo carburanti ecologici, ma anche resine, plastiche, lubrificanti sintetici e vernici antivegetative: è indiscutibile la centralità della chimica per ridurre gli impatti ambientali della mobilità. Il settore fornisce infatti soluzioni altamente innovative in questo campo, supportate da un'intensa attività di ricerca e innovazione.

Un quadro dettagliato e completo sull'importante ruolo dell'industria chimica nella mobilità è stato presentato nel pomeriggio di oggi da Federchimica durante un'audizione informale al Senato presso le Commissioni riunite Lavori pubblici e Ambiente.

Due Associazioni di Federchimica, Assogasliquidi e Assogastecnici, e il Gruppo Chimica da Biomassa, hanno illustrato i fondamentali contributi alla mobilità sostenibile che derivano dall'utilizzo di carburanti alternativi, come il GPL (Gas di Petrolio Liquefatto) e il GNL (Gas Naturale Liquefatto), di vettori energetici, quali l'idrogeno, e di biocarburanti (Bioetanolo, Bio-eteri, Biodiesel e HVO). Tutte fonti energetiche definite strategiche dalla Direttiva comunitaria DAFI, che ha come obiettivo la decarbonizzazione dell'Unione Europea, da perseguire con il ricorso ai carburanti alternativi in tutti gli Stati UE.

È stata sottolineata la necessità di impegno costante da parte delle Istituzioni a garantire l'applicazione di misure di incentivazione equivalenti a tutti i carburanti alternativi, evitando sbilanciamenti e garantendo il principio di neutralità tecnologica.

I veicoli a idrogeno, fonte considerata il carburante del futuro, non godono degli incentivi previsti per i veicoli elettrici alimentati a batteria: una disparità di trattamento immotivata, anche considerato che, grazie all'idrogeno, è possibile alimentare veicoli al 100% elettrici con la tecnologia fuel cell, notevolmente più ecologica rispetto alla tecnologia dei veicoli elettrici a batteria.

Il ricorso al GPL, settore di eccellenza italiana tra i carburanti ecologici, deve essere incentivato tramite strumenti regolamentari di stimolo per il consumatore nella scelta di questo carburante: l'accesso alle ZTL alle auto a GPL, sconti o esenzioni dal pagamento dei permessi di sosta, l'inserimento del GPL come carburante strategico nei Piani urbani della mobilità - realizzati a livello regionale - e la definizione di criteri che premiano i veicoli

a GPL nell'ambito degli strumenti di incentivazione fiscale adottati a favore del settore dei trasporti, come ad esempio la revisione della tassa automobilistica.

Anche il gas naturale liquefatto (GNL), fonte energetica ecologica per mezzi pesanti quali tir e navi, settore relativamente nuovo per il nostro Paese, richiederebbe un opportuno sviluppo delle infrastrutture e misure di promozione della domanda, con interventi che premino ed incentivino il suo utilizzo nel mercato del trasporto marittimo e stradale.

Infine le richieste del Gruppo chimica da biomassa sui biocarburanti, prodotti chimici derivanti da fonti rinnovabili naturali di origine animale o vegetale che in miscela con i carburanti fossili riducono le emissioni di CO₂ e di altri inquinanti.

Il settore, ancora in crescita, chiede che l'Italia recepisca l'impegno dell'Europa a rendere obbligatoria la miscelazione dei biocarburanti con i carburanti fossili fino al 2030.

Nausicaa Orlandi (CNC): "Chimica è sempre più rosa"

Il 30 settembre si è tenuto a Firenze, un convegno organizzato dal Consiglio nazionale dei chimici dedicato a fare il punto sulla situazione italiana per quanto riguarda l'occupazione femminile nell'ampio settore della chimica.

"I chimici - sottolinea Nausicaa Orlandi, presidente del Consiglio nazionale dei chimici - rivestono oggi un ruolo centrale all'interno del sistema Paese. Con il loro lavoro, infatti, contribuiscono al miglioramento, allo sviluppo e all'innovazione dei processi produttivi e gestionali. Inoltre, sono decisivi per la salvaguardia della salute della popolazione, per la tutela dell'ambiente, per la sicurezza alimentare, per la creazione di nuovi prodotti sostenibili. La chimica è un ambito professionale fra i più floridi, che registra un alto tasso di occupazione, soprattutto fra le donne, con percentuali in continuo aumento".

I dati che fotografano una scelta che offre numerosi sbocchi professionali sono molto positivi, secondo il Ministero dell'Istruzione, dell'università e della ricerca, nel 2015 gli iscritti ai corsi di laurea in chimica sono stati 15.037.

Secondo il XIX Rapporto AlmaLaurea sulla condizione occupazionale dei laureati, i laureati magistrali del 2011 in discipline relative alla chimica, a cinque anni dal titolo, hanno un tasso di occupazione dell'86% e oltre il 60% con un contratto a tempo indeterminato. Inoltre, nel 2016, a cinque anni dal conseguimento del titolo di studio, la retribuzione mensile netta supera i 1500 euro.

Le statistiche del Consiglio nazionale dei chimici, inoltre, sottolineano che il 36% degli iscritti all'albo è donna, in aumento costante dal 2000, quando erano solo il 28%. Solo il 23% degli iscritti all'albo, infine, ha meno di quarant'anni (era il 38% nel 2007) indice di un basso tasso di turnover.

"I dati - commenta Nausicaa Orlandi - fotografano una professione ricca di opportunità, soprattutto per i giovani. Il convegno di Firenze vuole far riflettere e accendere una discussione su temi che riguardano la posizione del chimico nell'industria, ma anche come libero professionista o imprenditore, nell'università. Il basso tasso di turnover dell'ordine, infatti, segnala che c'è grande spazio per i giovani e, fra questi, che le donne stanno crescendo sempre di più come numero, come incarichi di responsabilità all'interno di aziende, centri di ricerca e istituti".

Finito di stampare nel mese di ottobre del 2017
dalla tipografia «System Graphic S.r.l.»
00134 Roma – via di Torre Sant’Anastasia, 61
per conto della «Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale» di Canterano (RM)