

L'educazione scientifica in Italia: il divario tra Nord e Sud e la bassa propensione dei giovani a intraprendere corsi di laurea nelle scienze di base. Dal settore spaziale una proposta per invertire la tendenza.

Science education in Italy: the gap between Northern and Southern and the low propensity of young people to take up degree courses in basic sciences. From the space sector a proposal to reverse the trend.

di Rosa Tagliamonte

Abstract: Scienza e tecnologia giocano un ruolo importante per garantire la prosperità socio-economica dell'Europa. I risultati conseguiti dagli studenti europei nelle indagini internazionali evidenziano una carenza di preparazione nelle materie scientifiche e in matematica e, nel caso italiano, mettono in luce anche una frattura fra Nord e Sud, con risultati più bassi nel Mezzogiorno. In Italia, inoltre, il calo delle immatricolazioni alle classi di lauree delle scienze di base desta preoccupazioni relativamente alla capacità del sistema Paese di rispondere alla domanda di ricercatori e tecnici qualificati. Lo Spazio offre opportunità per rilanciare l'educazione scientifica grazie all'attrattività che esercitano i programmi spaziali nell'immaginario collettivo.

Abstract: Science and technology play an important role in order to ensure social-economic prosperity of Europe. Results achieved by European students in international surveys highlighted a decline in young people's interest for science studies and mathematics. In the Italian case surveys highlight a rift between Northern and Southern, with lower results in the South. Furthermore in Italy the drop in university enrolments to courses in basic sciences raises concerns about the capacity of the country system to respond to the demand of qualified researchers and technicians. Space offers opportunities to relaunch science education thanks to the attractiveness of space programs in the collective imagination.

Parole chiave: educazione scientifica - materie scientifiche e matematica - scienza e società - scienza e tecnologia - settore spaziale - società della conoscenza

Key words: Knowledge-based society - science and society - science and technology - science education - space sector - STEM subjects

1. Introduzione

L'Unione europea ha fissato tre obiettivi prioritari da raggiungere entro il 2020: promuovere una crescita intelligente, una crescita sostenibile e una crescita inclusiva per creare nuovi posti di lavoro e guidare le nostre società. Il raggiungimento di questi obiettivi richiede di rafforzare la capacità creativa dell'Europa affinché la conoscenza e l'innovazione, basata su scienza e tecnologia, diventino i *driver* principali della futura crescita. Allo stesso tempo è necessario educare individui intelligenti, creativi e proattivi, dotati della necessaria fiducia, della capacità di pensare in modo autonomo e critico, in grado di impegnarsi nell'apprendimento lungo tutto l'arco della vita, di generare nuove conoscenze, innovazione sociale e tecnologica, nonché di utilizzare e adattarsi al cambiamento tecnologico.

Mentre il mondo diventa sempre più interconnesso e competitivo e il *know-how* tecnologico si espande, la creazione di nuove opportunità è accompagnata dall'emergere di complesse sfide sociali che, per essere superate, richiedono a tutti i cittadini una migliore comprensione della scienza e della tecnologia per partecipare in modo informato, attivo e responsabile ai processi decisionali riguardanti le questioni scientifiche, l'innovazione e la conoscenza. La partecipazione alla discussione sui questi temi chiama in causa tutti i gruppi sociali: comunità esperte, grande pubblico, portatori di interessi, politica, industria e la società tutta.

Al momento l'Europa sta constatando, a tutti i livelli della società e dell'economia, la carenza di persone in possesso di adeguate conoscenze scientifiche. Negli ultimi decenni, nonostante l'aumento del numero di studenti che consegue una qualifica scientifica al termine dei percorsi formali di istruzione e formazione, non si è registrato un parallelo aumento del numero di persone interessate a intraprendere una carriera legata alla scienza, così come non si è assistito a una maggiore imprenditorialità e innovazione basata sulla scienza (Commissione europea 2015). Secondo la Commissione europea l'educazione scientifica deve essere in grado di rispondere alle nuove esigenze e alle sfide, considerando i bisogni reali della società in ambito tecnico-scientifico e promuovendo in tutti cittadini lo sviluppo di atteggiamenti positivi verso la scienza e la tecnologia. Questo consentirebbe di arginare la sfiducia e le reazioni avverse alla scienza a cui oggi si assiste sempre più spesso.

L'Europa ha bisogno di più cittadini con educazione scientifica di base che possano fare scelte consapevoli su temi, spesso controversi, al centro del dibattito pubblico. In Europa, l'educazione scientifica si trova però a un bivio: indagini internazionali e nazionali di largo respiro registrano una carenza di preparazione adeguata degli studenti europei nelle materie scientifiche e in matematica. I risultati dimostrano che l'educazione scientifica è inadeguata nello stabilire legami fra i fenomeni reali e le basi delle scienze, nel costruire conoscenza coerente e duratura, nel superare le difficoltà di apprendimento, nel comunicare e promuovere l'interesse per la scienza. Molti paesi europei, inoltre, negli scorsi anni hanno assistito anche a un calo delle vocazioni scientifiche tra i giovani che ha determinato la riduzione del numero di giovani interessati a intraprendere un corso di studi universitario in ambito tecnico-scientifico (Commissione europea 2007).

La Commissione europea, a partire dal 2007, con la pubblicazione del rapporto *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the future of Europe*, evidenzia che le ragioni del calo dell'interesse dei giovani per gli studi scientifici vanno individuate nel modo in cui le scienze sono insegnate nella scuola primaria e secondaria; nella complessità delle materie e nell'apparente scarsità di prospettive di carriera attraenti. La Commissione europea, nello stesso rapporto, sottolinea l'importanza di preferire, sin dalla scuola primaria, l'adozione di un approccio didattico

induttivo come l'*Inquiry Based Science Education* (IBSE) capace di stimolare l'investigazione da parte degli studenti e di offrire una maggiore conoscenza dei principi di base del metodo scientifico¹. Allo stesso tempo, la Commissione evidenzia la necessità di creare una crescente collaborazione tra scienza e società per promuovere la cultura e l'educazione scientifica, rendendo le carriere scientifiche e tecnologiche attraenti per i giovani studenti e favorendo un dialogo duraturo tra scuole, istituti di ricerca, industria e organizzazioni della società civile.

Il rafforzamento della cooperazione tra scienza e società, per consentire un maggior sostegno all'innovazione, è l'obiettivo dell'azione *Science with and for Society*, promossa nell'ambito di *Horizon 2020*, in cui riveste un ruolo importante la *Responsible Research and Innovation* (RRI) per intraprendere sei attività chiave, tra cui l'educazione scientifica². La promozione del valore sociale della cultura scientifica è stato al centro della conferenza "Scienza, innovazione e società: raggiungere ricerca e innovazione responsabili", tenuta a Roma dal 19 al 21 novembre 2014. Alla base dell'evento vi era la certezza che la ricerca scientifica debba essere parte integrante delle politiche culturali delle città d'Europa e che, in una società complessa come quella attuale, la conoscenza sia uno strumento necessario per una democrazia davvero compiuta. La presentazione, nel corso dell'iniziativa, della "Dichiarazione di Roma su ricerca e innovazione responsabile in Europa" ha segnato un passaggio epocale da una scienza nella società a una scienza con e per la società, invitando le istituzioni europee, gli Stati membri, le organizzazioni di finanziamento e di promozione, le imprese e la società civile a lavorare insieme per individuare soluzioni inclusive e sostenibili alle sfide sociali, perché la ricerca ha il compito di servire la società³. Il documento sottolinea l'esigenza di accompagnare gli sforzi per migliorare il dialogo tra scienza, società e

¹ Le metodologie didattiche trovano il loro fondamento innanzitutto all'interno della riflessione pedagogica e, più in generale, delle scienze dell'educazione. In questo caso il riferimento pedagogico-metodologico principale è quello del costruttivismo, movimento che, da una parte, è il prodotto della ricerca psicopedagogica più recente e, dall'altra, rappresenta la sintesi delle riflessioni dei psicopedagogisti più importanti dell'ultimo secolo come Dewey, Piaget, Vygotskij e Bruner (Calvani 1998; Varisco 2002). Per il costruttivismo l'apprendimento si può realizzare se lo studente è posto al centro del processo di costruzione della sua conoscenza, se è attivo sul piano cognitivo e se il processo di insegnamento-apprendimento considera le complesse dinamiche relazionali che possono facilitare o ostacolare la costruzione della conoscenza. L'approccio pedagogico IBSE è ritenuto tipico della scienza perché si cercano le leggi partendo dal particolare e ricostruendo il tragitto tipico delle scienze applicate. Gli studenti si confrontano con l'oggetto di studio (es. fenomeno biologico, variabili climatiche, etc.), si pongono domande, formulano ipotesi, le verificano attraverso esperimenti e ne discutono i risultati.

² Le azioni chiave sono: l'impegno pubblico, per ampliare la conoscenza in materia di comunicazione scientifica e migliorare, quindi, la qualità e l'efficacia delle interazioni tra scienziati, media e pubblico; le pari opportunità, perché la parità fra i sessi costituisce una delle principali priorità per la realizzazione dello "Spazio europeo della ricerca"; l'educazione scientifica, per rendere le carriere scientifiche e tecnologiche attraenti per i giovani studenti e favorire un dialogo duraturo tra scuole, istituti di ricerca, industria e organizzazioni della società civile; l'accesso aperto, al fine di migliorare l'accessibilità e l'utilizzo dei risultati della ricerca finanziata tramite risorse pubbliche; l'etica, per avvicinare la società alle tematiche, alle politiche e alle attività di scienza e innovazione, nonché integrare gli interessi e i valori dei cittadini, aumentando la qualità, la pertinenza, la sostenibilità dei risultati della ricerca, a partire dall'innovazione sociale fino a settori quali le biotecnologie e le nanotecnologie; il governo della ricerca, perché la definizione di una *governance* condivisa da tutte le parti interessate (ricercatori, autorità pubbliche, settore industriale e organizzazioni della società civile) è ritenuta necessaria per garantire un progresso tecnico-scientifico responsabile, sensibile alle esigenze e alle richieste della società e capace di promuovere un quadro deontologico per la ricerca e l'innovazione.

³ Rome Declaration on Responsible Research and Innovation in Europe, Roma, 21 novembre 2014.

politica all'impegno di puntare sull'educazione scientifica e di fare spazio ai giovani, fornendo opportunità concrete a chi desidera lavorare nel mondo della ricerca⁴.

Partendo da quanto fin qui argomentato, in questo articolo si è scelto di focalizzare l'attenzione sull'Italia dove il calo delle immatricolazioni ai corsi di laurea scientifici e, in particolare, alle classi di lauree delle scienze cosiddette dure, come la matematica, la fisica e la chimica, registrato negli anni scorsi, ha destato preoccupazioni relativamente alla capacità del sistema Paese di rispondere alla domanda, da parte del mondo industriale, di ricercatori e tecnici altamente qualificati. A ciò si aggiunge la difficoltà delle università e delle scuole di reclutare docenti adeguatamente formati nelle materie scientifiche (MIUR, Confindustria, Con.Sienze 2004). In un'economia della conoscenza, una flessione cospicua delle iscrizioni ai corsi di laurea in scienze di base porta all'inevitabile risultato di una perdita di competitività internazionale nell'alta tecnologia.

Per conoscere le caratteristiche e le esigenze del sistema di istruzione e di formazione italiano, sono state considerate le principali indagini volte a valutare il rendimento e la competenza degli studenti in scienze e matematica. Successivamente si è passati a esaminare lo stato delle immatricolazioni nelle università italiane ai corsi di laurea triennale e a ciclo unico delle classi di laurea della scienza di base, come Scienze Matematiche, Scienze e Tecnologie Chimiche e Scienze e Tecnologie Fisiche dall'anno accademico 2003-2004 all'anno accademico 2015-2016. Infine, sono stati analizzati tre documenti emanati dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) ed è stata svolta un'intervista a due dirigenti dello stesso Ministero per delineare le linee di indirizzo del MIUR per le discipline scientifiche e la matematica⁵.

In seguito sono state considerate le iniziative di educazione e di diffusione della cultura scientifica intraprese, in Europa e in Italia, dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) per rendere le carriere scientifiche e tecnologiche attraenti per i giovani e favorire un dialogo tra scuole, istituti di ricerca, industria e organizzazioni della società civile. Questi centri di ricerca investono in attività di educazione e di diffusione della cultura spaziale, prevedendo la presenza di uffici dedicati alla realizzazione di programmi didattici rivolti alle scuole di ogni ordine e grado. Gli enti operanti in ambito spaziale sono oggi chiamati a elaborare e sviluppare programmi in grado di coprire l'intera filiera della produzione e della diffusione della conoscenza scientifica: l'ESA e l'ASI, sfruttando la grande attrattività che esercitano i programmi

⁴ SIS – RRI Conference. Science, Innovation and Society: achieving Responsible Research and Innovation, Press Review, 19-21 novembre 2014.

⁵ L'analisi documentale ha interessato i seguenti documenti del MIUR:

- *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione;*
- *Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali;*
- *Istituti Tecnici Linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento.*

Per quanto attiene all'intervista, il 23 marzo 2017, presso la sede del MIUR di Viale Trastevere, sono stati intervistati la dott.ssa Anna Brancaccio e il dott. Massimo Esposito della Direzione Generale per gli Ordinamenti Scolastici e la Valutazione del Sistema Nazionale di Istruzione del MIUR. È stata sviluppata una traccia costituita da poche domande generali, alcune delle quali sono state ridefinite nel corso dell'intervista per adattare alla sua dinamica concreta, a cui sono seguite domande per approfondire e chiarire alcuni aspetti emersi nel corso dell'incontro. In particolare, ai due dirigenti sono state chieste informazioni fattuali sulle linee di indirizzo del MIUR per le discipline scientifiche e valutazioni personali per delineare le caratteristiche principali del sistema d'istruzione italiano nell'ambito dell'insegnamento delle materie STEM.

spaziali nell'immaginario collettivo, realizzano progetti per avvicinare i bambini alle cosiddette materie STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), per orientare i giovani verso corsi di studio e carriere in ambito tecnico-scientifico e, in generale, per accrescere la consapevolezza del grande contributo apportato dal settore spaziale alle nostre economie e Il principale progetto educativo che l'ESA rivolge al mondo della scuola è l'*European Space Education Resource Office* (ESERO), che utilizza i temi connessi allo Spazio, e il loro naturale fascino, per migliorare l'alfabetizzazione e la competenza degli studenti europei nel campo della scienza e della tecnologia, motivandoli a perseguire una carriera in questi campi e, in particolare, ambito spaziale. Il progetto si inserisce nel campo dell'educazione formale e utilizza le offerte dai contesti informali, aspirando a sviluppare e promuovere risorse e attività didattiche utilizzano lo Spazio come contesto di insegnamento e apprendimento delle materie tecnico-scientifiche. Il progetto educativo ESERO è attivo in quattordici Stati membri dell'ESA (Austria, Belgio, Danimarca, Irlanda, Finlandia, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Romania, Spagna e Svezia). L'Agenzia Spaziale Italiana ha avviato le per realizzare il progetto anche in Italia con il supporto dell'ESA e dei principali *stakeholders* nazionali operanti nell'ambito della scienza, della tecnologia e della didattica scolastica correlata alle discipline scientifiche.

2. L'Italia nel contesto europeo: la valutazione del rendimento e delle competenze di base degli studenti in matematica e scienze mette in luce la frattura fra Nord e Sud

Il programma di lavoro *Education and Training 2020* (ET 2020) definisce il quadro strategico della cooperazione europea nel settore dell'istruzione e della formazione e individua quattro obiettivi che i diversi sistemi di istruzione europei devono raggiungere entro il 2020: fare in modo che l'apprendimento permanente e la mobilità divengano una realtà; migliorare la qualità e l'efficacia dell'istruzione e della formazione; promuovere l'equità, la coesione sociale e la cittadinanza attiva; incoraggiare la creatività e l'innovazione, compreso lo spirito imprenditoriale, a tutti i livelli dell'istruzione e della formazione⁶. Il documento precisa che il miglioramento della qualità e dell'efficacia dell'istruzione e della formazione in Europa debba avvenire attraverso una maggiore attenzione allo sviluppo delle competenze di base come la lettura, la scrittura e il calcolo; il rafforzamento delle competenze linguistiche e rendendo la matematica, le scienze e la tecnologia più allettanti; senza tralasciare la necessità di garantire un insegnamento di qualità attraverso l'offerta di una formazione iniziale adeguata per i docenti e uno sviluppo professionale continuo per insegnanti e formatori, così da presentare l'insegnamento come una scelta di carriera allettante (Consiglio dell'Unione europea 2009). Per quanto attiene alle competenze di base, il quadro

⁶ *Education and Training 2020* per l'istruzione fissa a livello europeo i seguenti parametri di riferimento per il 2020:

- una media di almeno il 15% di adulti dovrebbe partecipare all'apprendimento permanente;
- la percentuale dei quindicenni con risultati insufficienti in lettura, matematica e scienze dovrebbe essere inferiore al 15 %;
- la percentuale di persone tra i 30 e i 34 anni in possesso di un diploma d'istruzione superiore dovrebbe essere almeno del 40 %;
- la percentuale di giovani che abbandonano prematuramente l'istruzione e la formazione dovrebbe essere inferiore al 10 %;
- almeno il 95 % dei bambini di età compresa tra i 4 anni e l'età dell'istruzione primaria obbligatoria dovrebbe partecipare all'istruzione della prima infanzia.

strategico di cooperazione europea *Education and Training 2020* contiene un riferimento pertinente: entro il 2020, la percentuale di quindicenni con basse competenze in lettura, matematica e scienze dovrebbe essere inferiore al 15%.

Per valutare il rendimento degli studenti, la Commissione europea utilizza le informazioni contenute nelle principali indagini internazionali volte a valutare i risultati ottenuti dagli studenti europei in lettura, scienze e matematica: questi risultati sono considerati indicatori non solo del grado di efficacia dei metodi di insegnamento adoperati in ogni paese nella scuola primaria e secondaria, ma anche della loro capacità di coinvolgere i bambini e i giovani adolescenti. Questa base dati è importante per consentire ai responsabili politici e agli educatori di individuare le caratteristiche dei sistemi di istruzione e di adeguare le politiche.

Il rapporto *Trend in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*⁷ del 2015, pubblicato nel 2016, presenta i dati delle rilevazioni condotte sugli andamenti dei diversi sistemi scolastici nazionali, su matematica e scienze: le analisi coprono più momenti del percorso scolastico, consentendo così di misurare non solo una sorta di punto d'arrivo della *performance* del sistema scolastico, ma anche l'evoluzione degli apprendimenti lungo il percorso scolastico medesimo.

All'edizione 2015 dello studio, in Italia sono stati coinvolti più di 4.400 studenti della scuola primaria e altrettanti della secondaria di primo grado, rappresentativi di circa 500.000 studenti di quarta primaria e oltre 530.000 studenti del terzo anno della scuola secondaria di primo grado. Da un'analisi dei risultati emerge che al quarto anno i nostri studenti ottengono un punteggio di 516 in scienze e di 507 in matematica (500 è il *benchmark* dell'anno base 1995), mentre all'ottavo anno raggiungono un punteggio di 499 in scienze e di 494 in matematica (sempre a fronte di un *benchmark* nell'anno base, il 1995, di 500). I risultati sono quindi più lusinghieri in quarta primaria che nel segmento scolastico successivo. Ciò rimane vero anche ove si limiti il confronto ai Paesi avanzati più simili all'Italia (Paesi OECD e Ue) e si tenga quindi conto della diversa composizione del novero di Paesi partecipanti alle diverse rilevazioni. Rispetto alle edizioni precedenti, vi è da segnalare un lieve peggioramento nei risultati, in entrambe le discipline, sia al quarto sia all'ottavo anno di scolarità: in particolare, al quarto anno, gli studenti italiani hanno conseguito in scienze un punteggio significativamente inferiore a quello del 2011 (524) e in matematica un risultato non molto diverso da quello del 2011 (508). Per quanto riguarda l'ottavo anno di scolarità, il calo registrato in scienze rispetto al 2011 (501) non appare significativo, mentre più rilevante è la diminuzione del punteggio registrato in matematica rispetto al 2011 (498). Queste riduzioni risultano ancora più importanti se raffrontate con i miglioramenti registrati, rispetto al 2011, in molti altri Paesi partecipanti all'indagine.

⁷ L'indagine TIMSS è svolta dall'*International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)* e valuta il rendimento in matematica e in scienze degli studenti del quarto e dell'ottavo anno di scolarità, utilizzando il curriculum come principale concetto organizzativo (Foy, Martin, Mullis 2008: 25). L'indagine, avviata per la prima volta nel 1995, viene svolta ogni quattro anni e l'ultima, risalente al 2015, rappresenta il sesto ciclo di valutazione internazionale in matematica e scienze. Dato che gli studenti del quarto anno diventano poi studenti dell'ottavo anno nel ciclo successivo di TIMSS, i paesi che partecipano a cicli consecutivi di TIMSS acquisiscono anche informazioni sul progresso relativo nei vari anni. Tuttavia solo pochi paesi europei hanno partecipato a tutte le indagini TIMSS. In generale, meno della metà dei paesi dell'Ue 28 partecipano a TIMSS. All'edizione 2015 dello studio TIMSS, hanno aderito 49 Paesi al quarto anno di scolarità e 39 Paesi all'ottavo anno.

	TIMSS 2011	TIMSS 2015
Scienze IV anno	524	516
Matematica IV anno	508	507
Scienze VIII anno	501	499
Matematica VIII anno	498	494

Tabella 1: Confronto risultati italiani TIMSS 2011 e TIMSS 2015. Fonte dati: INVALSI, IEA TIMSS 2011 e 2015.

Con riferimento ai risultati in scienze del quarto anno di scolarità, l'Italia, con un punteggio di 516, si colloca al trentesimo posto nella classifica internazionale: questo risultato non è significativamente diverso da quello di altri Paesi europei partecipanti, come Spagna o Paesi Bassi; è superiore rispetto alla media TIMSS ed è equivalente alla media dei Paesi OECD partecipanti. Il quadro internazionale dei risultati di scienze di quarto grado conferma la supremazia di due Paesi dell'estremo oriente, Singapore e Corea del Sud, con studenti che vantano una padronanza generalizzata dei fatti scientifici. Si registra, comunque, un generale miglioramento a livello internazionale nel 2015 rispetto al 2011. Tuttavia, in Italia, gli studenti del quarto anno di scolarità ottengono punteggi significativamente inferiori rispetto a quelli ottenuti nel 2011.

All'ottavo anno di scolarità, la media italiana di 499 non si discosta dalla media internazionale, mentre è al di sotto della media dei Paesi OECD. Il successo dei Paesi asiatici consolida un andamento ormai decennale che si riscontra nelle diverse indagini internazionali, con gli studenti di Singapore che ottengono i risultati migliori, seguiti da quelli di Giappone, Taipei Cinese e Corea del Sud. A livello internazionale si osserva un miglioramento significativo del *trend* nel 2015 rispetto al 2011, mentre in Italia si evidenzia una stabilità rispetto alla rilevazione precedente.

Sul fronte della matematica, gli studenti italiani al quarto anno di scolarità raggiungono il punteggio di 507, significativamente superiore alla media internazionale. Gli studenti che raggiungono una migliore *performance* sono quelli di Singapore, Hong Kong SAR e Corea del Sud che ottengono rispettivamente i punteggi di 618, 615 e 608. Ad essi seguono Taipei Cinese (597) e Giappone (593) che, ricoprendo le posizioni più alte, confermano la tendenza dei Paesi asiatici ad ottenere punteggi più alti rispetto agli altri. A livello internazionale, si rileva un miglioramento del *trend*; in Italia, invece, la situazione rimane stabile, con un'oscillazione non significativa del punteggio medio. Passando ai dati degli studenti della terza classe della scuola secondaria di primo grado, si evince che l'Italia peggiora il suo risultato collocandosi sotto la media TIMSS con 494 punti. Nelle prime posizioni ritroviamo i Paesi asiatici: Singapore (621), Corea del Sud (606) e Taipei cinese (599), mentre a chiusura il Marocco (384), Sud Africa (372) e Arabia Saudita (368). Si evidenzia, dunque, una frattura fra Paesi tecnologicamente avanzati (Asia ed Europa) rispetto a quelli africani e mediorientali. A livello internazionale, si evidenzia un generale miglioramento dei risultati, con 18 Paesi su 34 che registrano un punteggio più alto rispetto alla precedente rilevazione e 3 Paesi che registrano un punteggio più basso. I restanti 13 Paesi, fra i quali l'Italia, non si discostano significativamente dal rispettivo punteggio medio del 2011.

Per quanto riguarda la situazione all'interno della penisola italiana si verifica una frattura fra Nord e Sud: i risultati, sia in matematica sia in scienze, sono tendenzialmente più bassi nelle scuole

del Mezzogiorno. Per quanto riguarda la matematica, solo il Nord Est⁸ differisce in modo notevole e positivo rispetto all'Italia, con un punteggio medio di 525 al quarto anno di scolarità e di 520 all'ottavo anno, mentre il Sud Isole⁹ differisce in senso negativo e significativo, con un punteggio medio di 477 al quarto anno e di 452 all'ottavo. In scienze, di nuovo il Nord Est si stacca in modo importante e positivo rispetto alla media nazionale (533 al quarto anno e 529 all'ottavo), mentre si registrano punteggi medi significativamente più bassi nel Sud¹⁰ (499 al quarto anno e 482 all'ottavo) e nel Sud Isole (491 al quarto e 456 all'ottavo anno). Infine, dal rapporto si evince che la *performance* degli studenti italiani peggiora con il progredire del percorso degli studi, almeno all'interno del primo ciclo d'istruzione (INVALSI 2016).

Gli ultimi due cicli di indagine *Programme for International Student Assessment* (PISA), condotti dall'*Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD)¹¹ nel 2012¹² e nel 2015¹³, hanno focalizzato la loro attenzione rispettivamente su matematica e scienze¹⁴. In particolare, l'indagine del 2012 ha misurato la *literacy* matematica degli studenti quindicenni, definendola come una competenza acquisibile e utilizzabile in modo variabile durante tutto l'arco della vita (OECD 2014, PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do). L'indagine PISA 2015 ha, invece, misurato la *literacy* scientifica, descrivendola come «l'abilità di un individuo di confrontarsi con questioni di tipo scientifico e con le idee che riguardano la scienza, come cittadino che riflette. Una persona competente dal punto di vista scientifico è disposta a impegnarsi in argomentazioni riguardanti la scienza e la tecnologia che richiedono la capacità di spiegare i fenomeni scientificamente, valutare e progettare una ricerca scientifica, interpretare dati e prove scientificamente» (INVALSI 2016: 5).

In quest'ultima indagine, l'Italia ha ottenuto nella scala principale di scienze un punteggio medio pari a 481 punti, significativamente inferiore di 13 punti alla media OECD (493): il nostro Paese è vicino ai risultati conseguiti da Federazione Russa, Lussemburgo, Ungheria, Lituania e Croazia, ma registra ancora un punteggio medio inferiore rispetto agli altri Paesi dell'Unione europea. Con riferimento alla rilevazione PISA 2006, è importante osservare che si evidenzia una sensibile riduzione del divario tra il risultato conseguito e la media dei paesi OECD. In PISA 2015 la *literacy* scientifica è descritta attraverso una scala di competenza che si articola in sette livelli, ognuno dei quali indica il grado di competenza degli studenti. In Italia, gli studenti che raggiungono il livello minimo di competenza (livello 2) sono due punti percentuali superiori alla media OECD (27% vs 25%). Anche gli studenti che non raggiungono il livello 2 sono in percentuale maggiore rispetto alla

⁸ Nord Est: Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Veneto, Trentino-Alto Adige.

⁹ Sud Isole: Basilicata, Calabria, Sardegna, Sicilia.

¹⁰ Sud: Abruzzo, Campania, Molise, Puglia.

¹¹ L'OECD (in italiano OCSE) è un'organizzazione internazionale, costituita a Parigi nel 1961, che aiuta i governi a far fronte alle sfide economiche, sociali e ambientali poste dall'economia mondiale. Essa raggruppa attualmente 30 paesi industrializzati e intrattiene relazioni attive con circa 70 paesi in tutto il mondo, svolgendo un ruolo guida nella definizione di buone pratiche e nella promozione del buon governo nei settori pubblici e privati. Sito ufficiale: <http://www.oecd.org>.

¹² PISA 2012 ha visto la partecipazione di tutti i 34 paesi membri dell'OECD e dei 31 paesi *partner*, vale a dire oltre l'80% dell'economia mondiale. Ai test, incentrati su matematica, lettura e scienze, con una particolare attenzione per la prima, hanno preso parte circa 510.000 studenti di età compresa tra i 15 anni e 3 mesi e i 16 anni e 2 mesi.

¹³ PISA 2015 ha visto la partecipazione di 72 paesi, di cui 35 Paesi OECD, per un totale di circa 540.000 studenti coinvolti. Gli studenti italiani coinvolti sono stati 11.583 in 474 scuole.

¹⁴ Matematica e scienze sono state già dominio principale di indagine rispettivamente nel 2003 e nel 2006.

media internazionale (23% vs 21%), mentre gli studenti a livelli alti di competenza (livello 5 o superiore) sono in percentuale minore (4% vs 8%).

Sul fronte della matematica, il punteggio medio ottenuto dagli studenti italiani è pari alla media internazionale (490) e in linea a quanto ottenuto da Svezia, Lussemburgo, Repubblica Ceca, Portogallo, Spagna, Austria e Francia. I risultati di PISA 2015 confermano un consolidamento del miglioramento degli esiti riscontrati nelle edizioni precedenti. Per quanto riguarda i diversi livelli di competenza, la percentuale di studenti italiani è in linea con il dato internazionale. Rispetto ai cicli precedenti, PISA 2015 ha fatto registrare un miglioramento significativo in confronto al 2003 e al 2006 (24 e 28 punti rispettivamente), mentre non ci sono variazioni significative rispetto al 2009 e al 2012.

Relativamente ai confronti nazionali, si conferma, per entrambe le discipline, ancora una volta il divario Nord-Sud: in media le regioni del Nord Italia hanno mostrato un rendimento superiore sia alle aree del Centro e del Mezzogiorno sia rispetto al dato nazionale. Per la tipologia di istruzione, gli studenti liceali hanno ottenuto un punteggio superiore rispetto agli studenti che frequentano altri tipi di istituti (tecnici e professionali).

Secondo il rapporto OECD PISA del 2016 *Low performing students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed*, l'Italia, pur compiendo, dalla valutazione del 2003, notevoli miglioramenti in matematica, resta uno dei sistemi scolastici europei con il peggior risultato, seguita solamente da Grecia e Portogallo: uno studente italiano su cinque non sa leggere e uno su sei è gravemente insufficiente in scienze. La situazione socioeconomica degli studenti è indicata come la principale causa che incide in modo significativo sul livello di rendimento: coloro che provengono da famiglie a basso reddito hanno molte più probabilità di avere risultati insoddisfacenti in matematica, scienze e lettura. Tra gli altri fattori determinanti figurano gli effetti essenzialmente negativi dell'appartenenza a un contesto migratorio, l'importanza di ricevere un'istruzione e un'assistenza di qualità dalla prima infanzia, nonché il divario tra i generi nella lettura dove le ragazze riescono molto meglio dei ragazzi. Come spiega al "Corriere della Sera" Francesco Avvisati, che è tra i ricercatori che hanno lavorato a questa ricerca, «Nel nostro Paese il momento critico in cui si perdono molti ragazzi è il passaggio tra le medie e le superiori. Non c'è orientamento, molti sbagliano e vengono bocciati nel primo anno di superiori, senza contare che la scelta tra istruzione accademica, i licei e scuole professionali avviene molto presto e in queste ultime spesso si concentrano gli studenti meno motivati con professori che non sono preparati a gestire dal punto di vista pedagogico le difficoltà e i problemi di questi ragazzi» (Fregonara 2016).

Il rapporto Rilevazioni Nazionali degli Apprendimenti¹⁵ riferito all'anno scolastico 2016-2017 presenta i dati dell'Italia e delle singole regioni nelle rilevazioni sugli apprendimenti (Italiano e Matematica) condotte dall'Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione

¹⁵ Le Rilevazioni Nazionali degli Apprendimenti valutano annualmente, a partire dall'anno scolastico 2007-2008, i livelli di apprendimento degli studenti in italiano e in matematica, effettuando verifiche periodiche e sistematiche sulle conoscenze e le abilità degli studenti della classe seconda e quinta della scuola primaria; della terza classe della scuola secondaria di primo grado e della seconda classe della scuola secondaria di secondo grado, nonché altre rilevazioni necessarie per la valutazione del valore aggiunto realizzato dalle scuole in termini di accrescimento dei livelli di apprendimento degli alunni. Le prove INVALSI, oltre a fornire un quadro generale sulla qualità del sistema italiano d'istruzione e di formazione, sono finalizzate a supportare la riflessione a fini del miglioramento delle singole istituzioni scolastiche. Questo ruolo acquisisce ancor maggiore rilevanza nel contesto del Sistema Nazionale di Valutazione delle scuole.

e di formazione (INVALSI) all'inizio di maggio 2017 (II e V classi della scuola primaria e II classe della scuola secondaria di secondo grado) e a giugno 2017 (III classe della scuola secondaria di primo grado). Complessivamente sono state coinvolte circa 12.027 scuole, 116.372 classi e 2.232.304 studenti. I dati contenuti nel citato rapporto danno ragione di un quadro ricco e variegato in cui si evidenziano marcate differenze territoriali che tendono ad acuirsi al crescere dei livelli scolastici. A differenza delle rilevazioni precedenti, aumentano le differenze territoriali per la scuola primaria, diventando sempre più visibili nel passaggio alla scuola secondaria di primo grado e ancora maggiormente in quella di secondo grado. Tale andamento dei risultati è del tutto coerente con quanto evidenziato dalle indagini internazionali TIMSS e PISA.

Livello totale	Classi	Totale classi	Campione
II primaria	29.342	1.458	551.118
V primaria	29.524	1.458	562.656
III secondaria primo grado	31.092	1.403	574.525
II secondaria secondo grado	26.414	2.337	544.005

Tabella 2: La popolazione di riferimento per le prove INVALSI 2017. Fonte: Rilevazioni Nazionali degli Apprendimenti 2016-2017

I risultati dell'indagine, a livello di scuola primaria, non evidenziano differenze di rilievo fra tre delle cinque macro-aree in cui si articola il territorio italiano, Nord-Est, Centro e Sud¹⁶, i cui risultati oscillano intorno alla media nazionale; solo il Nord-Ovest e il Sud e Isole si discostano significativamente da essa con un risultato, rispettivamente, più alto di 4 punti in italiano e di 5 in matematica, e più basso di 8 punti nel primo caso e di 7 nel secondo. Nella quinta primaria la distanza tra il Nord-Ovest e il Sud e Isole dalla media nazionale resta sostanzialmente inalterata. Sintetizzando, nella scuola primaria, i risultati del Nord-Est, del Centro e del Sud sono relativamente uniformi e differenze significative rispetto alla media nazionale, per altro sempre contenute al di sotto dei 10 punti, si osservano solo per il Nord-Ovest e il Sud e Isole.

Il quadro generale delineato dai risultati delle rilevazioni assume in terza secondaria di primo grado i tratti che emergono anche dalle indagini internazionali sugli apprendimenti: il Nord-Ovest e il Nord-Est conseguono risultati significativamente superiori alla media nazionale, il Centro risultati intorno alla media e il Sud e il Sud e Isole risultati al di sotto di essa. Le differenze di risultati fra le macro-aree si confermano e si consolidano ulteriormente nella classe seconda della scuola secondaria di secondo grado. Da rilevare che, al di là della significatività statistica delle differenze, lo scarto rispetto alla media nazionale del punteggio delle due macro-aree meridionali e insulari, piccolo in seconda primaria, va aumentando progressivamente via via che si procede nell'itinerario scolastico, mentre nel contempo si allarga lo scarto rispetto alle due macro-aree settentrionali. Al termine della secondaria di primo grado questo raggiunge, rispetto all'area col punteggio più alto (il

¹⁶ Le cinque macro-aree in cui si articola il territorio italiano sono Nord Ovest, composto da Liguria, Lombardia, Piemonte, Valle D'Aosta; Nord Est, composto da Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Veneto, Trentino-Alto Adige; Centro, composto da Lazio, Marche, Toscana, Umbria; Sud, composto da Abruzzo, Campania, Molise, Puglia; Sud e Isole composto da Basilicata, Calabria, Sardegna, Sicilia.

Nord-Est), in Italiano, 14 punti nel caso del Sud e 21 punti nel caso del Sud e Isole, e in Matematica rispettivamente 21 e 27 punti. Nella seconda classe della scuola secondaria di secondo grado, le differenze si attestano, in Italiano, a 12 punti per il Sud e a 24 punti per il Sud e Isole, e in Matematica a 24 e 35 punti. Come emerso anche dalle precedenti rilevazioni, le regioni del Sud e del Sud e Isole si caratterizzano, in generale, non solo per più bassi risultati, ma anche per una maggiore variabilità tra le scuole rispetto agli istituti del Centro e, soprattutto, del Nord d'Italia già a livello della scuola primaria e della secondaria di primo grado, variabilità non giustificata in questo ciclo d'istruzione, dove la struttura organizzativa e il curriculum sono gli stessi: in altre parole il sistema d'istruzione nelle regioni meridionali e insulari appare, non solo meno efficace in termini di risultati raggiunti, ma anche meno capace di assicurare uguali opportunità di apprendimento a tutti gli studenti.

Il rapporto mette in evidenza un'Italia che marcia a velocità diverse: gli studenti del Centro-Nord mostrano risultati migliori rispetto ai compagni del Centro-Sud. Generalmente, tra gli elementi di debolezza nelle competenze degli studenti spicca l'argomentazione: il problema di matematica viene anche risolto, ma poi gli studenti non riescono a spiegare come sono giunti alla soluzione.

La frattura fra Nord e Sud Italia non si ferma alla scuola, ma si estende anche all'Università italiana dove, in generale, si acuisce il divario tra le Università di serie A del Lombardo-Veneto e quelle di serie B del Centro-Sud. Il sociologo Mario Morcellini, inoltre, denuncia «l'indebolimento del Meridione, mentre negli altri paesi europei non si pensa a proteggere i più forti, come spesso fa l'ANVUR, ma alla competitività. Occorre fare manutenzione *ceteris paribus* non pensando che il settentrione sia la locomotiva di Italia, ma che, se tu aiuti tutto il paese, i vantaggi si ripercuotono su tutta l'Italia» (Velardi 2018).

3. *Analisi delle immatricolazioni ai corsi di laurea dell'area scientifica in Italia dall'anno accademico 2003-2004 all'anno accademico 2015-2016*

In Italia, il MIUR ha più volte evidenziato, nei suoi notiziari statistici, la grande crisi delle vocazioni scientifiche che ha determinato una flessione di circa il 50% delle immatricolazioni alle lauree scientifiche e, in particolare, ai corsi di laurea in chimica, fisica e matematica, nel periodo 1989-2000 (MIUR – Ufficio di Statistica 2009). Il calo delle immatricolazioni a questi corsi di laurea, registrato negli scorsi anni, ha destato preoccupazioni relativamente alla capacità del sistema Paese di rispondere alla domanda, da parte del mondo industriale, di ricercatori e tecnici altamente qualificati. A ciò si aggiunge la difficoltà delle università e delle scuole di reclutare docenti adeguatamente formati nelle materie scientifiche.

Sulla scia di questi allarmi e nella considerazione che la scelta del percorso di studio universitario, oltre ad avere una ricaduta determinante per l'inserimento nel mercato del lavoro del singolo studente, incide sullo sviluppo socio-economico di un Paese, si è ritenuto opportuno analizzare lo stato delle immatricolazioni nelle università italiane. Nel presente paragrafo, quindi, si è provveduto ad effettuare un'istantanea degli immatricolati alle classi di laurea dell'area scientifica dall'anno accademico 2003-2004 all'anno accademico 2015-2016. In particolare, sono state prese in considerazione le immatricolazioni ai corsi di laurea triennale e a ciclo unico delle classi di laurea in Scienze Matematiche (classe 35, ex classe 32), Scienze e Tecnologie Chimiche (classe 27, ex classe

21), Scienze e Tecnologie Fisiche (classe 30, ex classe 25). I dati, aggiornati al 10 marzo 2017¹⁷, derivano dall'Anagrafe Nazionale degli Studenti (ANS)¹⁸, che recepisce tutte le immatricolazioni correttamente trasmesse dai singoli atenei a partire dall'anno accademico 2003-2004.

Da un'analisi complessiva dei dati raccolti, la prima osservazione che appare opportuno mettere in evidenza è sicuramente il forte calo delle immatricolazioni che complessivamente si è registrato in tutte le aree disciplinari: dalle 332.711 prime iscrizioni avute nell'anno accademico 2003-2004 si è passato alle 272.811 dell'anno accademico 2015-2016 (-18% circa). Questo dato appare più significativo soprattutto se escludiamo l'ultimo anno accademico preso in considerazione che ha registrato un incremento delle immatricolazioni di quasi 2 punti percentuali rispetto all'anno precedente (Tab. 3).

Anno Accademico	Totale immatricolati in tutte le aree didattiche
2003/2004	332.711
2004/2005	332.622
2005/2006	318.515
2006/2007	305.786
2007/2008	304.338
2008/2009	291.988
2009/2010	295.482
2010/2011	288.001
2011/2012	279.161
2012/2013	269.104
2013/2014	268.639
2014/2015	267.660
2015/2016	272.811

Tabella 3: Totale immatricolazioni. Fonte: <http://anagrafe.miur.it/index.php>

Contrariamente a quanto riscontrato per le immatricolazioni in tutte le aree didattiche, l'area scientifica, che include numerose classi di laurea tra cui quelle rientranti nel Piano Nazionale Lauree Scientifiche, ha fatto registrare un incremento delle immatricolazioni (+ 3.721 unità) grazie esclusivamente all'anno accademico 2015-2016 che, con le sue oltre 99.000 immatricolazioni, ha ribaltato il saldo negativo che si è riscontrato tra l'anno accademico 2003-2004 e quello 2014-2015. Tuttavia, corre l'obbligo riportare che mediamente le immatricolazioni ai corsi di laurea afferenti all'area scientifica rappresentano neanche un terzo delle immatricolazioni complessive.

¹⁷ Nonostante il livello di acquisizione dei dati possa considerarsi prossimo al totale, occorre precisare che alcune immatricolazioni risultano ancora in corso di perfezionamento. I dati possono ritenersi definitivi quando si completa la registrazione delle immatricolazioni anche da parte di Atenei che, erogando formazione a distanza, registrano immatricolazioni più tardive.

¹⁸ L'Anagrafe nazionale degli studenti universitari è stata istituita con l'art. 1-bis della legge 11 luglio 2003, n. 170 e resa operativa con il Decreto Ministeriale 30 aprile 2004 n. 9. Fonte: <http://anagrafe.miur.it/index.php>.

Analizzando nello specifico le immatricolazioni registrate nelle tre classi di laurea oggetto del presente studio, è evidente un considerevole aumento a fattor comune degli immatricolati che, in taluni casi, aumentano più del doppio, come avvenuto per la classe di laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche. Questo incremento, che a prima vista potrebbe apparire lusinghiero, in realtà deve tenere in considerazione l'esiguità del numero di immatricolati dell'anno accademico 2003-2004 e, più in generale, il basso tasso di immatricolazione che caratterizza ancora i tre corsi di laurea. Infatti, nel primo anno preso in considerazione le immatricolazioni non raggiungono, per ciascun corso di laurea, neanche le 2.000 unità e nell'anno accademico 2015-2016, che generalmente ha fatto registrare un notevole incremento tanto delle immatricolazioni in generale quanto di quelle dell'area scientifica, si supera di poco e solo per il corso di laurea in Scienze e Tecnologie Chimiche le 4.000 unità.

Ad ogni modo, questo aumento delle immatricolazioni può essere messo in relazione alle diverse iniziative di incentivazione e di orientamento che il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) ha portato avanti a partire dal 2003¹⁹. In particolare, l'aumento più cospicuo, registrato nell'anno accademico 2006-2007, può essere ricondotto in parte alle attività del Piano Lauree Scientifiche²⁰, avviate nelle scuole secondarie di secondo grado a partire dal 2005. Tuttavia, l'andamento altalenante e il calo delle immatricolazioni alle classi di lauree scientifiche, che a partire dall'anno accademico 2009-2010 si è avuto per sei anni consecutivi, destano nuove preoccupazioni e fanno ipotizzare che le iniziative condotte necessitano di un sostegno strutturato nel tempo e di una diversificazione delle attività al fine di stimolare l'interesse e l'entusiasmo degli studenti. Il proseguimento, infatti, del percorso di studio dei giovani diplomati costituisce il risultato di una scelta complessa che riflette sia decisioni a livello individuale sia interventi attivati a livello scolastico, attraverso attività di orientamento tese a rendere lo studente più cosciente e consapevole delle alternative (MIUR – Ufficio di Statistica 2012).

¹⁹ Il MIUR nel 2003 ha varato il Decreto Ministeriale 23 ottobre 2003 n. 198, che incentiva direttamente le iscrizioni dei giovani alle classi di laurea in scienze e tecnologie chimiche; in scienze e tecnologie fisiche; in scienze matematiche e in scienze statistiche, e ha intrapreso una serie di azioni destinate all'orientamento degli studenti delle scuole di ogni ordine e grado, come quelle rappresentate dal Piano Lauree Scientifiche (PLS), dal progetto M@t.abel e dal Piano ISS - Insegnare Scienze Sperimentali.

²⁰ Il Piano Lauree Scientifiche (PLS) nasce con la costituzione nel 2004 di un tavolo tecnico tra il MIUR, Confindustria e la Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze. Le considerazioni alla base del progetto riguardavano la serie di allarmi negativi rispetto al numero di iscrizioni nelle facoltà scientifiche e, in particolare, delle lauree in matematica, fisica, chimica e scienza dei materiali. A partire dal 2005, il PLS si occupa di migliorare l'insegnamento delle scienze e di diffondere la cultura scientifica nelle scuole secondarie di secondo grado. Fulcro del PLS è la creazione di un legame tra l'università e la scuola secondaria di secondo grado al fine di far conoscere maggiormente le facoltà scientifiche, di offrire agli studenti un'attività di orientamento attraverso la possibilità di fare esperienza pratica nelle università e nelle imprese e di conoscere le opportunità lavorative date dalle lauree scientifiche. Accanto a questo obiettivo di natura formativa, si aggiunge la volontà di offrire agli insegnanti una nuova offerta formativa basata su attività di ricerca e formazione sul campo. Il Decreto Ministeriale 29 dicembre 2014 n. 976 del MIUR "Fondo per il sostegno dei giovani e favorire la mobilità degli studenti, ai sensi dell'art. 1 del D.L-decreto-legge 9 maggio 2003 n. 105, convertito dalla legge 11 luglio 2003 n. 170", che ha previsto il finanziamento del PLS per il triennio 2014-2016, ha esteso il progetto anche ad altre discipline (Scienze Statistiche, Scienze Geologiche, Biotecnologie, Scienze Biologiche), coprendo tutto lo spettro delle discipline scientifiche insegnate nel triennio delle scuole secondarie di secondo grado.

4. Le caratteristiche del sistema scolastico italiano e le linee guida del MIUR per le discipline scientifiche e per la matematica

I risultati conseguiti dagli studenti italiani in scienze e matematica nelle indagini TIMSS, PISA e PISA e INVALSI e la scarsa propensione dei giovani a intraprendere corsi di laurea nelle scienze di base invitano a riflettere sulle ragioni che sono alla base della bassa alfabetizzazione scientifica nel nostro Paese e sulle strategie di orientamento adottate dal nostro sistema scolastico. Una riflessione in tal senso può iniziare considerando le linee di indirizzo emanate dal MIUR per le discipline scientifiche e per la matematica che, a seconda dei diversi cicli di istruzione, istruzione, sono contenute nei seguenti documenti: Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione; Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi studi previsti per i percorsi liceali; Istituti Tecnici Linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento. Nel rispetto e nella valorizzazione dell'autonomia delle istituzioni scolastiche, questi questi documenti costituiscono il quadro di riferimento per la progettazione curricolare affidata alle scuole. Sono un testo aperto che la comunità professionale è chiamata ad assumere e a contestualizzare elaborando specifiche scelte relative a contenuti, metodi, organizzazione e valutazione coerenti con i traguardi formativi previsti dai documenti nazionali²¹.

Le Indicazioni Nazionali e le Linee Guida per gli Istituti Tecnici forniscono indicazioni metodologiche per lo studio delle materie scientifiche e della matematica affinché la normale attività di risoluzione di problemi precostituiti sia affiancata da attività che possano mettere in evidenza le competenze degli studenti nel formulare e risolvere problemi in modo autonomo e costruttivo. Porre problemi induce nello studente non solo una maggiore padronanza degli argomenti, ma anche una maggiore motivazione allo studio. Sotto questo punto di vista, il laboratorio, come metodologia didattica e di apprendimento, riveste un ruolo chiave per tutti i cicli di istruzione perché facilita la personalizzazione del processo di insegnamento-apprendimento, consentendo agli studenti di acquisire il “sapere” attraverso il “fare” e di attivare processi didattici in cui gli allievi diventano protagonisti e superano l'atteggiamento di passività e di estraneità che caratterizza spesso il loro atteggiamento di fronte alle lezioni frontali. Gli insegnanti, utilizzando il laboratorio, hanno la possibilità di guidare l'azione didattica per “situazioni-problema” e di adoperare strumenti per orientare e negoziare il progetto formativo individuale con gli studenti, consentendo loro di acquisire consapevolezza dei propri punti di forza e di debolezza.

Ciò nonostante, l'intervista svolta ai testimoni qualificati ha rilevato che uno dei principali punti critici nel sistema di istruzione italiano nell'ambito dell'insegnamento della matematica, della fisica e delle scienze è riscontrato nella larga prevalenza di un approccio didattico a discendere dal generale al particolare e dalla debolezza nella preparazione degli studenti ad affrontare problemi in termini quantitativi. Il tema è di rilevante importanza nello studio della matematica e, in generale, di tutte le discipline scientifiche che richiedono, per essere capite e adoperate al meglio, l'attivazione di processi mentali che, attraverso la formulazione di problemi e la messa in discussione di dati e

²¹ L'ordinamento scolastico italiano tutela la libertà di insegnamento (articolo 33 Costituzione) ed è centrato sull'autonomia funzionale delle scuole (articolo 117 Costituzione). Le scuole sono chiamate a elaborare il proprio curriculum esercitando così una parte decisiva dell'autonomia che la Repubblica attribuisce loro.

proprietà di un oggetto o di un fenomeno, possano portare allo sviluppo di ipotesi alternative e di pensiero critico negli studenti. Porre e risolvere problemi, infatti, implica la capacità di formulare modelli a partire da problemi individuati in contesti reali. Nella scuola italiana, invece, molti docenti non sono abituati all'applicazione della scienza e, in modo particolare, non lo sono i docenti con una formazione in matematica, perché abituati all'astrazione e al formalismo tipico di questa disciplina. Non è un caso che la matematica che più resta in mente è quella con cui si è entrati in contatto nel corso della scuola primaria, perché più pratica, è fatta fondamentalmente dalle quattro operazioni, e quindi ricordata più facilmente nel corso degli anni. Dopo la scuola primaria, la matematica nella scuola italiana è essenzialmente algebra e astrazione. E questo è un fatto paradossale perché poi il liceo scientifico resta quello più scelto da parte degli studenti. Tra i punti di forza va segnalata l'attrattività del liceo scientifico, che risulta essere il percorso di istruzione secondario più scelto da parte degli studenti che escono dal primo ciclo.

La riforma del secondo ciclo di istruzione²² e la pubblicazione delle Indicazioni nazionali hanno cambiato i termini di approccio dei diversi indirizzi di studio. Dall'anno scolastico 2010/2011²³, infatti, non ci sono più i programmi, la scuola si è così riappropriata di una competenza importante costituita dalla progettazione curricolare attraverso cui, pur restando nei limiti di un discorso nazionale imprescindibile, può progettare il suo curriculum sulla base delle caratteristiche socioculturali e delle risorse del territorio in cui opera. Tuttavia, nel 2012, quando nella scuola secondaria di secondo grado è partito il primo anno del secondo biennio, ci si è resi conto che le scuole avevano ignorato la riforma, considerando facoltativo quanto indicato nelle Indicazioni nazionali. Queste ultime sono un contenitore ampio di contenuti e di obiettivi di apprendimento con alla base una filosofia che incentiva le scuole a sviluppare il proprio percorso didattico considerando le risorse del proprio territorio, come enti di ricerca, aziende e così via. Gli intervistati hanno evidenziato che solo nell'anno scolastico 2012/2013, quando il MIUR ha avviato i progetti *Problem Posing and Solving* e *Licei Scientifici ad Opzione Scienze Applicate (LS-OSA)*²⁴, i docenti hanno cominciato a capire che i contenuti delle Indicazioni nazionali e delle Linee Guida non erano opzionali: nei documenti, infatti, la frase "lo studente dovrà acquisire le competenze necessarie" non significa che quanto indicato è facoltativo, bensì consiste in un obiettivo specifico di apprendimento da conseguire obbligatoriamente a livello nazionale. Il docente può scegliere liberamente gli argomenti da sviluppare e il modo in cui farlo considerando le caratteristiche e le risorse del territorio in cui lavora, la vicinanza a enti e università, il proprio percorso formativo e così via. Il programma di una disciplina, quindi, è tutto da costruire. Talvolta però i docenti non lo sanno fare e preferiscono affidarsi ai libri di testo. Questi libri costituiscono un *gap* del nostro

²² DPR 87/2010; DPR 88/2010; DPR 89/2010.

²³ Le Indicazioni nazionali per i licei si applicano a decorrere dall'anno scolastico 2010/2011 a partire dalle classi prime e, gradatamente, di anno in anno alle classi successive fino al completamento del ciclo.

²⁴ Il MIUR si è attivato con una serie di programmi rivolti alle scuole e ai docenti. Tra questi, due destinati ai docenti delle scuole secondarie di secondo grado: *Problem Posing and Solving* e LS-OSA. Il primo è un progetto per l'attuazione delle Indicazioni Nazionali e delle Linee Guida dei nuovi Licei, Istituti Tecnici e Professionali che mira ad attivare un processo di innovazione didattica basato sulla crescita di una cultura *problem posing and solving* che investa trasversalmente la struttura disciplinare con un uso più maturo delle tecnologie informatiche. LS-OSA, invece, è rivolto ai licei scientifici con particolare riferimento a quelli con opzione scienze applicate, perché promuove la didattica laboratoriale, fornisce ai docenti delle discipline scientifiche il supporto necessario per allestire, proporre e gestire attività sperimentali in classe.

sistema scolastico perché molte volte sono loro a fare il curricolo di una disciplina: il rischio, infatti, è che il docente si leghi moltissimo al libro di testo, seguendone pedissequamente l'indice degli argomenti. Questa prassi, sicuramente comoda, andrebbe superata per includere nella progettazione del curricolo le reali esigenze e le peculiarità degli studenti a cui ci si rivolge. Il Ministero promuove una didattica a spirale, vale a dire un approccio dove il docente può scegliere di presentare degli argomenti che nel corso dei vari anni scolastici possono essere trattati con un grado di approfondimento via via crescente. I diversi concetti possono così essere ripresi più volte, con l'uso di applicazioni sempre più sfidanti per lo studente, a cui sono presentati pochi argomenti, ma più approfonditi, con una preparazione che si sviluppa nei cinque anni. Questo tipo di didattica di tipo induttivo è più impegnativa e qualche volta può scoraggiare quei docenti che non vogliono mettersi alla prova, preferendo seguire un tipo di didattica tradizionale e sequenziale basata sul "far passare concetti che poi nel tempo si dimenticano". La didattica induttiva è più efficace perché volta a far interiorizzare allo studente i procedimenti e la *forma mentis* di una certa disciplina. Ad ogni modo bisogna tenere presente che ogni docente è libero di organizzare il proprio percorso didattico come meglio crede e, dunque, libero di seguire un libro di testo se lo ritiene opportuno. Per quanto riguarda la trattazione degli argomenti da presentare alla classe, occorre sottolineare, infine, che l'ultimo anno della scuola secondaria di secondo grado rappresenta un problema perché il docente, diversamente dal secondo biennio dove può costruire liberamente il proprio percorso, scegliendo argomenti e grado di approfondimento di ognuno, deve trattare obbligatoriamente i temi oggetto dell'esame di stato.

L'aggiornamento professionale, accanto alla progettazione didattica e agli obiettivi di apprendimento presenti nelle Indicazioni nazionali e nelle Linee Guida per gli Istituti Tecnici, è un elemento fondamentale su cui investire poiché consente ai docenti di acquisire una serie di pratiche, conoscenze e risorse utili all'insegnamento in aula delle proprie materie. Tuttavia, l'intervista ha rivelato che il mancato aggiornamento dei docenti con formazione disciplinare costituisce un punto di debolezza del sistema scolastico italiano, aggravato dalle classi di abilitazione per l'insegnamento che, risalendo agli anni Sessanta, costituiscono oggi un problema. Ad esempio, con le classi 047 Matematica, 048 Matematica Applicata e 049 Matematica e Fisica, è possibile insegnare matematica, tuttavia un matematico, che ha sostenuto solo due esami di fisica, può insegnare anche fisica, una disciplina molto diversa dalla matematica perché segue un'altra *forma mentis*. Un matematico, che è un formale, non sa affrontare l'approccio pratico tipico del fisico. Per insegnare è importante che il docente, oltre a conoscere la propria disciplina, abbia conoscenze nel campo delle metodologie dell'insegnamento, della pedagogia, della sociologia e della formazione. Nell'ambito dell'insegnamento delle scienze e della matematica è, inoltre, importante integrare nelle discipline il concetto di competenza, inteso come capacità di ricontestualizzare conoscenza e abilità. Per praticare quanto affermato, è necessario proporre ai docenti corsi di aggiornamento in grado di offrire nuovi punti di vista sull'approccio metodologico²⁵. Quest'ultimo punto è di interesse anche per quanto riguarda l'orientamento degli studenti: secondo gli intervistati, infatti,

²⁵ Per quanto riguarda questo punto, la Legge 107/2015 (La Buona Scuola) propone un nuovo quadro di riferimento per lo sviluppo professionale del personale docente, rendendo "obbligatoria, permanente e strutturale" (comma 124) la formazione in servizio. Le competenze acquisite nella formazione iniziale, infatti, divengono inerti se non supportate e ricostruite in modo continuo e attivo, soprattutto nel campo delle *soft skills*, attraverso percorsi formativi che tengano insieme la riflessione teorica e la pratica (MIUR, Piano per la formazione dei docenti 2016-2019: 11).

per incentivare il numero di studenti che scelgono di immatricolarsi, ma soprattutto di portare a termine un corso di laurea in materie scientifiche e in matematica, gioca un ruolo fondamentale il modo in cui queste discipline sono presentate. Si ritorna, dunque, sempre al lavoro svolto dai docenti con gli studenti nelle aule scolastiche.

In conclusione, i testimoni qualificati hanno evidenziato l'esistenza di un terzo punto di debolezza del sistema scolastico italiano rappresentato dalla scarsità di unità di apprendimento interdisciplinari. Il superamento di questo punto critico, secondo gli intervistati, può essere favorito grazie alla progettazione di percorsi formativi per competenze, oltre che per contenuti. Quando si progetta un percorso per competenze è necessario che gli studenti sappiano affrontare quelli che si chiamano problemi reali, problemi contestuali e prove esperte. La didattica per competenze mette in evidenza il legame tra le aule scolastiche e il mondo al di fuori di esse e richiede alla scuola e ai docenti di rivedere le proprie modalità di insegnamento per favorire la nascita di ambienti di apprendimento basati sull'applicazione di metodologie attive, capaci di rendere lo studente protagonista e co-costruttore del suo sapere attraverso il procedere per compiti di realtà, problemi da risolvere, strategie da trovare e scelte da motivare. Gli studenti, come i docenti, hanno bisogno di motivazione e hanno necessità di apprendere attraverso casi pratici. Presentare compiti autentici e contestualizzati, con l'ausilio di ambienti di apprendimento derivanti dal mondo reale, favorisce il ragionamento e permette allo studente costruzioni della conoscenza dipendenti dal contesto e dai contenuti. Ciò implica, oltre al ripensamento delle modalità tradizionali di insegnamento e di organizzazione didattica, la capacità di coinvolgere gli studenti e i docenti in aula e fuori, promuovendo sinergie con il mondo della ricerca e, in particolare, con quegli ambiti caratterizzati da alta innovazione e sviluppo tecnologico. In questo senso diventa strategico l'apertura del sistema scolastico alle istituzioni scientifiche, come gli enti pubblici di ricerca, perché capace di introdurre nella scuola nuovi stimoli culturali e offrire ai docenti sguardi e prospettive diverse sulle esperienze didattiche.

5. Dal settore spaziale una proposta per invertire la tendenza: il contributo del progetto educativo European Space Education Resource Office – ESERO

Gli enti pubblici di ricerca svolgono attività formative coadiuvando i programmi nazionali di studio, promossi dai Ministeri competenti e integrando la propria azione con gli altri soggetti pubblici e privati, internazionali e sovranazionali.

L'Agenzia Spaziale Italiana è l'ente pubblico nazionale, assimilato agli enti di ricerca e vigilato dal MIUR, che ha il compito di promuovere, sviluppare e diffondere la ricerca scientifica e tecnologica applicata al campo spaziale e aerospaziale nel nostro Paese. L'ente realizza e partecipa a iniziative nazionali e internazionali di promozione della ricerca aerospaziale, di didattica e di comunicazione rivolte a studenti e docenti delle scuole italiane di ogni ordine e grado, offrendo progetti e prodotti educativi utili a supportare lo studio e l'approfondimento delle tematiche scientifiche connesse allo Spazio. Nel tempo l'ASI è divenuta molto attiva anche nel sostegno e nella formazione scientifica di laureandi, neolaureati e giovani ricercatori italiani nel campo dei progetti spaziali, nazionali e internazionali, promuovendo l'assegnazione di borse di studio e assegni di ricerca e favorendo, sulla base di apposite convenzioni con le università, corsi di dottorato di ricerca, anche con il coinvolgimento del mondo produttivo. In questo scenario l'Agenzia si propone come soggetto attivo che interviene a sostegno delle esigenze di formazione di

figure professionali che dovranno sviluppare nuove competenze e abilità per lo sviluppo di tecnologie spaziali.

L'ASI nei prossimi anni potrebbe essere in grado di creare un'interazione più forte tra scuola, università e centri di ricerca, che attualmente risulta carente in Italia, nonché di promuovere un conteso scolastico più informato sulle opportunità che le materie scientifiche possono offrire ai giovani, attraverso la realizzazione in Italia del progetto educativo dell'ESA *European Space Education Resource Office* (ESERO).

ESERO rappresenta il progetto ammiraglio del Programma di Educazione che ESA rivolge al livello primario e secondario di istruzione per migliorare l'alfabetizzazione e la competenza degli studenti europei nelle materie scientifiche e tecnologiche, motivandoli a intraprendere una carriera in questi campi e, in particolare, in ambito spaziale (ESA 2017)²⁶.

Il progetto ESERO si basa sul presupposto che le attività più efficaci di intervento e sostegno per i sistemi didattici europei, tutti caratterizzati da programmi scolastici e lingue diverse tra loro, siano quelle in grado di adattarsi in modo ottimale alle diverse esigenze e priorità nazionali. Sotto il coordinamento dell'ESA, e con il sostegno delle organizzazioni nazionali attive nel campo dell'educazione formale e informale e nel settore spaziale, il progetto mira a stimolare e formare la comunità dei docenti e a promuovere l'utilizzo di risorse educative che utilizzano lo Spazio come contesto per l'insegnamento e l'apprendimento delle discipline scolastiche correlate alle STEM.

Negli Stati membri dell'ESA in cui il progetto è stato realizzato, sono stati istituiti degli uffici ESERO nazionali che aggregano risorse e competenze nei comparti della scienza, della tecnologia e della didattica scolastica correlata alle discipline scientifiche: questi uffici sono capaci di garantire la copertura dell'intero territorio nazionale, di collaborare con le autorità pubbliche del sistema dell'istruzione nazionale, di monitorare gli sviluppi del curriculum scolastico delle materie scientifiche, contribuendo per quanto possibile alla sua definizione. Ogni ESERO nazionale, prima di cominciare ad operare, conduce uno studio del sistema nazionale di istruzione per identificare le esigenze, le aree principali di intervento e fornire indicazioni per la realizzazione del Piano delle attività didattiche che, in ogni Paese, si focalizza sul sistema di istruzione formale e vede come obiettivo prioritario la comunità degli insegnanti della scuola primaria e secondaria a cui sono dedicate una serie annuale di sessioni di formazione sulle modalità e opportunità per utilizzare in classe le diverse risorse didattiche correlate allo Spazio²⁷.

²⁶ L'Agenzia Spaziale Europea dal 1975 riunisce le risorse di ventidue Stati europei, tra cui l'Italia, e riconosce all'educazione scientifica un ruolo di primo piano. Il Programma di Educazione dell'ESA è basato sulle principali missioni scientifiche in cui l'ente spaziale è impegnato e sull'uso di risorse educative sviluppate sulla base della metodologia dell'*Inquiry Based Science Education* che, attraverso attività di sperimentazione in aula guidate dall'insegnante, consente di coinvolgere maggiormente gli studenti (Commissione europea 2007) e di creare un legame più stretto tra il modo teorico in cui le materie STEM sono insegnate a scuola e quello pratico.

²⁷ Queste risorse sono realizzate da ESA, della rete degli ESERO europei e *ad hoc* dall'ufficio nazionale. I singoli uffici della rete non si limitano a diffondere la conoscenza e le modalità di utilizzo delle risorse educative offerte dall'ESA, ma adattano questo materiale ai programmi e alle lingue del paese in cui operano e producono nuove risorse in collaborazione con esperti nazionali. Un esempio di prodotto educativo ideato da un ufficio nazionale è il libro *Viaggio nello Spazio in 80 lezioni - Un libro sullo Spazio e l'astronomia per l'insegnamento primario*, realizzato da ESERO Paesi Bassi e destinato agli insegnanti che lavorano con gli studenti dai quattro ai dodici anni. Il testo, che utilizza il metodo IBSE, ha dimostrato di attagliarsi tanto bene al curriculum olandese da spingere l'ufficio nazionale a progettare l'uscita di un nuovo pacchetto di quaranta lezioni destinate agli insegnanti della scuola secondaria. Per saperne di più: http://www.esa.int/Education/Reis_door_de_ruimte_in_80_lessen

Tra le più stimolanti e accattivanti risorse didattiche vi sono quelle realizzate a partire dalle missioni di esplorazione spaziale come Rosetta, ideata dall'ESA per studiare la cometa 67P/Gerasimenko (ESA 2015, Status Report on ESA Education Activities). Il materiale didattico è fruibile liberamente sul sito web *Teach with Rosetta*²⁸ su cui è possibile accedere a informazioni e risorse educative sviluppate sulla base della metodologia dell'IBSE. L'ESA, oltre a ideare e realizzare risorse educative, porta avanti progetti didattici e competizioni per avvicinare le scuole europee al mondo spaziale. Un esempio in tal senso è la competizione europea *CanSat*²⁹ che ogni anno coinvolge squadre di studenti delle scuole secondarie di secondo grado nella progettazione e utilizzo di un satellite simulato, il *CanSat*³⁰. La competizione offre agli studenti l'opportunità di fare esperienza pratica di un vero progetto spaziale, contribuendo a sviluppare competenze nei campi della ricerca scientifica, della progettazione tecnica, dell'analisi e della presentazione dei dati e favorendo l'acquisizione di abilità pratiche connesse alla costruzione elettronica, alla saldatura, alla programmazione di software e al collaudo (ESA 2013).

In ogni Paese in cui il progetto ESERO è realizzato è fortemente incoraggiato l'utilizzo delle risorse delle agenzie spaziali nazionali come esperti, laboratori, *facilities* e l'individuazione di sinergie con iniziative nazionali e attività spaziali in corso al fine di massimizzare il valore aggiunto e l'impatto del progetto ESERO a livello nazionale³¹.

L'ASI ha intrapreso l'iter formale di adesione al progetto educativo ed è attualmente impegnata nella selezione dell'organizzazione capofila che, dopo aver sottoscritto un contratto per la gestione di ESERO Italia con ASI ed ESA, ospiterà l'ufficio nazionale, co-finanzierà il progetto e garantirà l'esecuzione delle attività del progetto sul territorio nazionale, guidando la rete dei *partner* competenti e interfacciandosi con ASI. L'ufficio ESERO Italia farà così parte del *network* ESERO, che include oggi dodici uffici che coprono quattordici Stati Membri dell'ESA³².

²⁸ Per saperne di più: http://www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/

²⁹ Per saperne di più: http://www.esa.int/Education/CanSat/What_is_a_CanSat

³⁰ La sfida consiste nel riuscire a inserire e adattare tutti i principali sottosistemi di un satellite reale - alimentazione, sensori, sistema di comunicazione, etc. - all'interno di una normale lattina per bibite. Ogni *CanSat* deve effettuare un esperimento: la missione scientifica ha inizio quando il satellite viene lanciato da un razzo oppure lasciato cadere da una piattaforma o da un pallone frenato da una quota di poche centinaia di metri; successivamente il suo sistema di comunicazione deve essere in grado di trasmettere a terra i dati utili a eseguire l'esperimento.

³¹ Ogni ESERO nazionale coordina cinque pacchetti di attività consistenti: nello sviluppo di relazioni con il comparto dell'educazione formale e informale; nella progettazione e produzione di materiali didattici basati sull'approccio IBSE; nella progettazione e lo svolgimento di corsi di formazione per gli insegnanti; nello sviluppo di attività di sensibilizzazione per promuovere il valore didattico dello Spazio; nello scambio di esperienze e risorse didattiche con ESA e con gli altri uffici ESERO.

³² Nel 2005, l'ESA ha avviato il primo contratto ESERO con il *National Science and Technology Centre* (NEMO) di Amsterdam, inaugurando, l'anno successivo, il primo ufficio presso lo stesso centro alla presenza del Ministro dell'Istruzione, della Cultura e della Scienza olandese. Da allora, l'ESA ha avviato dodici uffici ESERO nazionali che coprono quattordici dei suoi Stati membri: Austria, Belgio, Danimarca, Irlanda, Finlandia, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Romania, Spagna e Svezia. Nel 2018 l'Agenzia avvierà il progetto anche in Italia, Germania e Lussemburgo. L'ESA ha anche avviato tavoli di discussione con Grecia e Ungheria per valutare la possibilità di creare nuovi *ESEROs* in questi Paesi (ESA 2017, Status Report on ESA Education Activities) e ha ricevuto l'interesse da parte di Francia e Svizzera.

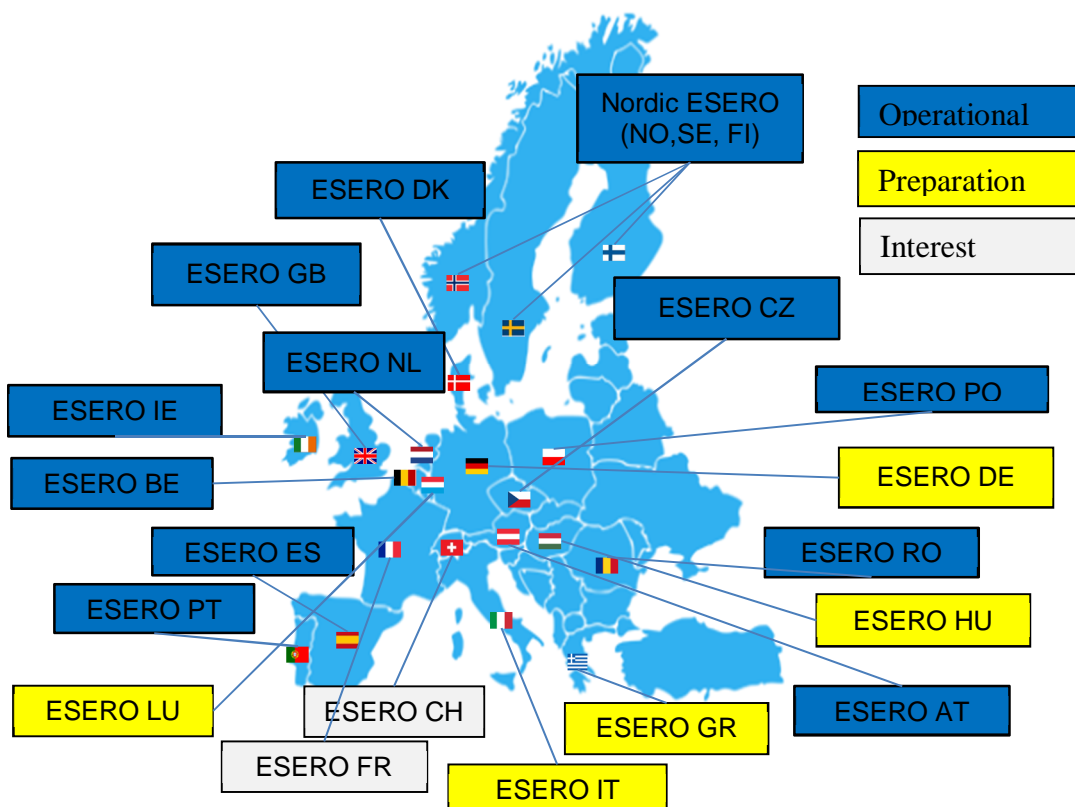


Figura 6: Mappa ESERO nazionali

6. Note conclusive

Affinché i cittadini possano accedere al sapere bisogna cominciare da ciò che è alla base della piramide della società della conoscenza, la scuola. Perché è nel tempo della scuola che si cominciano a gettare i semi da cui potrà germogliare l'interesse per la cultura scientifica. Tuttavia, la scienza nella scuola italiana è materia che manca quasi sempre di un percorso sperimentale, di una sintesi tra teoria e pratica e fra osservazione e speculazione intellettuale. Le carenze non sono solo qualitative, ma soprattutto quantitative perché, anche laddove sono presenti, laboratori e attrezzature sono poco utilizzati e non incidono in modo sostanziale nell'effettiva attività didattica delle discipline tecnico-scientifiche. Senza stimolare la curiosità, il fascino e l'entusiasmo di costruire il proprio sapere attraverso l'osservazione di fenomeni reali non è possibile garantire la diffusione della cultura e dell'interesse scientifico a livello sociale. Un progetto come ESERO, che si pone l'obiettivo di facilitare la diffusione e la fruibilità delle conoscenze scientifiche nella comunità didattica, che punta sulla formazione dei docenti e sulla relazione tra scuola, ricerca e società civile rappresenta un'opportunità per un Paese, come l'Italia, che non può permettersi di rimandare ulteriormente la formazione delle nuove generazioni nelle materie tecnico-scientifiche. L'intreccio virtuoso tra comunità scientifica e società tutta può essere agevolato facendo leva su uno dei settori più affascinanti e più importanti a livello nazionale, quello aerospaziale, e mediante uno strumento istituzionale che ha tra i suoi fini pubblici e sociali il trasferimento del sapere e la comunicazione dei risultati delle proprie attività scientifiche e di ricerca, l'Agenzia Spaziale Italiana.

Il progetto ESERO, nei Paesi dove è stato realizzato, ha dimostrato di essere capace di offrire sostegno ai sistemi nazionali di istruzione, proponendo una filiera educativa che declina nei vari

contesti nazionali tre elementi fondamentali: il collegamento tra la formazione e il mondo del lavoro, l'opportunità di imparare attraverso lo svolgimento di attività pratiche e il sostegno alla formazione continua degli insegnanti.

ESERO Italia potrebbe rappresentare una valida risposta alle esigenze della comunità scolastica italiana perché si presenta come una sperimentazione didattica che potrebbe, nel tempo, condurre a una riforma dei curricula scolastici e abbreviare la filiera della trasposizione didattica, configurandosi come un'interfaccia tra la comunità scientifica spaziale e gli insegnanti delle materie scientifiche. La copertura nazionale delle attività, richiesta dall'Agenzia Spaziale Europea consentirebbe, inoltre, di colmare il divario esistente tra gli studenti italiani del Nord e del Sud nelle materie scientifiche e in matematica. La frattura tutt'oggi esistente tra il Nord e il Sud d'Italia rappresenta una sfida che ESERO Italia dovrà affrontare nel medio - lungo periodo mediante la formazione degli insegnanti del Sud e la valorizzazione dei centri scientifici locali, senza però dimenticare di coltivare i livelli più elevati di competenza.

Sulla base degli elementi caratterizzanti il progetto ESERO possiamo ipotizzare, in prima battuta, che anche in Italia il progetto sia in grado di offrire soluzioni adeguate per migliorare i punti di debolezza del sistema scolastico nazionale. Per cominciare, il problema del mancato aggiornamento dei docenti italiani con formazione disciplinare può trovare giovamento grazie all'offerta formativa che ESERO destina precipuamente agli insegnanti. Proseguendo, la questione della predominanza di un approccio d'aula basato sulla trasmissione di concetti astratti e generali può essere migliorata in almeno due modi: da una parte, attraverso la formazione del corpo docente, a cui ESERO propone approcci d'aula e risorse didattiche basate sulla metodologia dell'*Inquiry Based Science Education* che, attraverso attività di sperimentazione in aula guidate dall'insegnante, consente di coinvolgere maggiormente gli studenti. Dall'altra, mediante un *carner* ricco non solo di risorse didattiche, ma anche di programmi e competizioni che fanno uscire docenti e studenti dalle aule scolastiche per fare esperienza pratica di veri progetti spaziali. Infine, la difficoltà posta dalla scarsità di unità di apprendimento interdisciplinari può trovare una soluzione in questi programmi perché la gestione di un progetto spaziale richiede la collaborazione tra individui e il concorso di conoscenze e competenze afferenti a diversi settori disciplinari. Queste iniziative, inoltre, richiedendo e sviluppando competenze in campi diversi (ricerca scientifica, progettazione tecnica, analisi e presentazione dei dati, etc.) e favorendo l'acquisizione di varie abilità pratiche (costruzione elettronica, saldatura, programmazione di software, collaudo e così via), possono essere paragonate, per loro stessa natura, a unità di apprendimento interdisciplinari dove gli studenti compiono il lavoro attraverso le risorse possedute e la ricerca di nuove informazioni per la risoluzione di problemi. A latere di quanto detto, la possibilità di beneficiare della forza dell'approccio a rete sviluppato da ESA consentirebbe a ESERO Italia di aggregare le competenze e le *facilities* presenti sul territorio nazionale e di accedere alle risorse sviluppate dagli altri uffici del *network* ESERO, adattandole alle caratteristiche e alle specifiche esigenze del proprio sistema di istruzione.

Più in generale, un percorso educativo come ESERO, composto da attività didattiche declinabili con flessibilità nei diversi contesti scolastici, è capace di orientare gli studenti verso percorsi universitari e professionali negli ambiti connessi alle discipline STEM e di diffondere la cultura scientifica nella società. Inoltre, l'opportunità di sperimentare una nuova visione dell'apprendimento, in cui la didattica formale e informale si ibridano, rappresenta una grande opportunità: le attività pratiche, che danno la possibilità di imparare facendo, inseriscono i docenti e gli studenti in un contesto nuovo dove, i primi, sono facilitatori di un processo di scoperta che vede,

i secondi, partecipare in modo attivo alla costruzione delle proprie conoscenze. Sotto questo punto di vista, la possibilità di uscire dalla classe ed entrare nei centri di ricerca e nei laboratori è sicuramente premiante; non di meno la classe può essere trasformata in un luogo del fare attraverso attività pratiche e creative in cui gli studenti imparano facendo, costruendo, sbagliando. Le attività educative basate sull'approccio IBSE, grazie all'utilizzo di forme di apprendimento attivo ispirate alla filosofia del *learning by doing*, possono contribuire a spazzare via dalla mente dei giovani studenti l'idea che le materie scientifiche siano un campo riservato a pochi eletti particolarmente geniali, incoraggiandoli, contemporaneamente, ad avere maggior fiducia nelle proprie capacità e a impegnarsi maggiormente in queste discipline. Secondo la Commissione europea, questo approccio educativo può contribuire a stimolare l'entusiasmo anche nei docenti (Commissione europea 2007) e, se a ciò si associa il fascino naturale suscitato dallo Spazio, ne consegue una migliore capacità della metodologia di coinvolgere insegnanti e studenti, ottimizzando esperienza e risultato educativo.

Il progetto educativo ESERO concretizza, mediante l'azione delle agenzie spaziali, le politiche dell'Unione europea nell'ambito dell'istruzione e della formazione perché tende a sostenere e a incoraggiare lo sviluppo di una società europea sempre più basata sulla conoscenza, sulla scienza e sulla scuola. Esso potrebbe, dunque, rappresentare per l'Italia un investimento per il futuro, poiché le sue attività potrebbero contribuire a sensibilizzare i giovani verso le discipline STEM, a orientarli verso percorsi di formazione e di carriera nei settori scientifici e tecnologici come quello spaziale e a incrementare la consapevolezza del rilevante contributo apportato dal settore spaziale alle società e alle economie moderne.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Agenzia Spaziale Europea. 2013. *Education. Inspiring the Future*. ESA/ESTEC, Education & Knowledge Management Office. Disponibile all'indirizzo: <http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/ESA-EdSuccess.pdf>

Agenzia Spaziale Europea. 2015. *European Space Agency Council Information document Status Report on ESA Education Activities*. Paris. (ESA/C(2015) 50, 21 May 2015)

Agenzia Spaziale Europea. 2017. *European Space Agency Council Information document Status Report on ESA Education Activities*. Paris. (ESA/C(2017) 60, 31 May 2017)

Agenzia Spaziale Europea. 2017. *European Space Education Resource Offices (ESEROs)*, Statement of Work 1 May 2017 - 31 Dec 2019

Agenzia Spaziale Italiana. 2011. *Testo dello Statuto dell'Agenzia Spaziale Italiana*. Disponibile all'indirizzo: <http://www.asi.it/sites/default/files/STATUTO%20DEFINITIVO%20PUBBLICAZIONE%20GU%20%281%29.pdf>

Agenzia Spaziale Italiana. *Documento di Visione Strategica 2010-2020. Analisi e Prospettive Strategiche*. Disponibile all'indirizzo: http://www.asi.it/sites/default/files/ASI-Analisi-e-prospettive-strategiche_2010-2020.pdf

Agenzia Spaziale Italiana. *Piano Triennale della Attività 2017-2019*. Disponibile all'indirizzo: http://www.asi.it/sites/default/files/attach/dettaglio/022_-_pta_2017-2019_-_pta_2017-2019_finale2.pdf

Calvani, Antonio. 1998. *Costruttivismo, progettazione didattica e tecnologie*, in Bramanti Donatella (cur.). *Progettazione formativa e valutazione*. Roma

Castoldi, Mario. 2011. *Progettare per competenze*. Roma

Chevallard, Yves. 1985. *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble

Commissione europea. 2007. *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (Rapporto Rocard). Luxemburg. (Office for Official Publications of the European Communities). Disponibile all'indirizzo: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Commissione europea. 2010. *Europa 2020: Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva*. Comunicazione COM (2010) 2020 del 3.3.2010. Disponibile all'indirizzo: http://europa.eu/legislation_summaries/employment_and_social_policy/eu2020/em0028_it.htm

Commissione europea. 2014. *Horizon 2020 in breve. Il programma quadro dell'UE per la ricerca e l'innovazione*. Lussemburgo. (Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea). Disponibile all'indirizzo: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_IT_KI0213413ITN.pdf

Commissione europea. 2015. *Science education for Responsible Citizenship*. Luxembourg. (Publications Office of the European Union) Disponibile all'indirizzo: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf

Consiglio dell'Unione europea. 2009. *Education and training 2020 (ET 2020) - Conclusioni del Consiglio del 12 maggio 2009 su un quadro strategico per la cooperazione europea nel settore dell'istruzione e della formazione («ET 2020»)*. 2009/C 119/02. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 28.5.2009. Disponibile all'indirizzo: [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009XG0528\(01\)&from=IT](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52009XG0528(01)&from=IT)

Costituzione della Repubblica Italiana

Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010 n. 87. Regolamento recante norme per il riordino degli istituti professionali, a norma dell'articolo 64, comma 4, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133. (10G0109) (GU Serie Generale n.137 del 15-06-2010 - Suppl. Ordinario n. 128). Disponibile all'indirizzo: <http://www.gazzettaufficiale.it/gunewsletter/dettaglio.jsp?service=1&datagu=2010-06-15&task=dettaglio&numgu=137&redaz=010G0109&tmstp=1276687571279>

Foy, Pierre – Martin, Michael O. – Mullis, Ina V.S. 2008. *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill. (TIMSS & PIRLS International Study Center. Lynch School of Education. Boston College). Disponibile all'indirizzo: https://timss.bc.edu/TIMSS2007/PDF/TIMSS2007_InternationalMathematicsReport.pdf

Fregonara, Gianna. 2016. *Ocse, è un «analfabeta matematico» un ragazzo italiano su quattro*. Corriere della Sera. 10 febbraio 2016. Disponibile all'indirizzo: http://www.corriere.it/scuola/medie/16_febbraio_09/ocse-ragazzo-italiano-quattro-analfabeta-matematica-ded9c1f2-cf4f-11e5-a78b-52d074ea1480.shtml?refresh_ce-cp

INVALSI. 2012. *Indagini IEA 2011 PIRLS e TIMSS: i risultati degli studenti italiani in lettura, matematica e scienze*. Disponibile all'indirizzo: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2011/documenti/Rapporto_PIRLS_TIMSS.pdf

INVALSI. 2012. *Quadro di Riferimento di TIMSS 2011*. Versione italiana Mullis, Ina V.S. – Martin, Michael O. – Ruddock, Graham J. – O'Sullivan, Christine Y. – Preuschoff, Corinna. *TIMSS 2011 Assessment Frameworks*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College. http://pub.iea.nl/fileadmin/user_upload/Publications/Electronic_versions/TIMSS_2011_Frameworks_Italian.pdf

INVALSI. 2016. *Indagini IEA 2015 TIMSS IV anno di scolarità: sintesi dei risultati degli studenti italiani in matematica e scienze*. Disponibile all'indirizzo: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2015/documenti/IEA_TIMSS_2015_sintesi_risultati_4grado_d_aup.pdf

INVALSI. 2016. *Indagini IEA 2015 TIMSS VIII anno di scolarità: sintesi dei risultati degli studenti italiani in matematica e scienze*. Roma 6 dicembre 2016. Disponibile all'indirizzo: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2015/documenti/IEA_TIMSS_2015_sintesi_risultati_8grado_d_aup.pdf

INVALSI. 2016. *OCSE PISA 2015 Indagine OCSE PISA 2015: i risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura*. Disponibile all'indirizzo: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2015/doc/rapporto_2015_assemblato.pdf

INVALSI. 2017. *Rilevazioni Nazionali degli Apprendimenti 2016-2017*. Disponibile all'indirizzo: https://invalsi-areaprove.cineca.it/docs/file/Rapporto_Prove_INVALSI_2017.pdf

Legge 13 luglio 2015 n. 107. Riforma del sistema nazionale di istruzione e formazione e delega per il riordino delle disposizioni legislative vigenti. (15G00122) (GU Serie Generale n.162 del 15-7-2015). Disponibile all'indirizzo: <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2015/07/15/15G00122/sg>

MIUR – Confindustria - Con.Scienze. 2004. *Libro Blu Progetto Lauree Scientifiche*. 17 Giugno 2004. Disponibile all'indirizzo: <http://www.progettolaureescientifiche.eu/wp-content/uploads/2009/02/libro-blu-copia.pdf>

MIUR – Ufficio di statistica. 2009. *Immatricolazioni anno accademico 2008/2009*, Notiziario statistico, n. 1/2009. Disponibile all'indirizzo: http://statistica.miur.it/data/notiziario_1_2009.pdf

MIUR – Ufficio di Statistica. 2012. *Focus “Il passaggio dalla scuola secondaria di secondo grado all’Università”*. Notiziario 1/2012, febbraio 2012. Disponibile all'indirizzo: http://statistica.miur.it/Data/notiziario_1_2012.pdf

MIUR. 2006. *Piano ISS Insegnare Scienze Sperimentali. Ricerca- azione per la realizzazione di laboratori e la formazione continua degli insegnanti*. Documento di base. 20 febbraio 2006. Disponibile all'indirizzo: http://archivio.pubblica.istruzione.it/docenti/allegati/piano_iss_06.pdf

MIUR. 2010. *Istituti Tecnici Linee guida per il passaggio al nuovo ordinamento*. Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 88 “Regolamento recante norme concernenti il riordino degli istituti tecnici ai sensi dell’articolo 64, comma 4, del decreto legge 25 giugno 2008, n.112, convertito dalla legge 6 agosto 2008, n.133” (Art. 8, comma 3). Disponibile all'indirizzo: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/nuovi_tecnici/INDIC/_LINEE_GUIDA_TECNICI_.pdf

MIUR. 2010. Schema di regolamento recante “*Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all’articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89, in relazione all’articolo 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento.*” Disponibile all'indirizzo: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/licei2010/indicazioni_nuovo_impaginato/_decreto_indicazioni_nazionali.pdf

MIUR. 2012. *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell’infanzia e del primo ciclo d’istruzione*. Disponibile all'indirizzo: http://www.indicazioninazionali.it/documenti_Indicazioni_nazionali/indicazioni_nazionali_infanzia_primo_ciclo.pdf

MIUR. Decreto Ministeriale 23 ottobre 2003 n. 198 *Fondo per il sostegno dei giovani e per favorire la mobilità degli studenti*. Disponibile all'indirizzo: <http://attiministeriali.miur.it/anno-2003/ottobre/dm-23102003-n-198.aspx>

MIUR. *Piano per la formazione dei docenti 2016-2019*. Disponibile all'indirizzo: http://www.istruzione.it/allegati/2016/Piano_Formazione_3ott.pdf

OECD. 2003. *The PISA 2003 Assessment framework - Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris. (OECD Publishing). Disponibile all'indirizzo: <http://www.oecd.org/edu/school/programmeforminternationalstudentassessmentpisa/33694881.pdf>

OECD. 2014. *Multilingual Summaries PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do (Volume I, Revised edition, February 2014). Student Performance in Mathematics, Reading and Science*. Summary in Italian. Paris. (PISA, OECD Publishing). Disponibile all'indirizzo: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/pisa-2012-results-what-students-know-and-can-do-volume-i-revised-edition-february-2014/summary/italian_d05d81d3-it#.WcTj214UnIU

OECD. 2014. *PISA 2012 Technical Report*, Paris. (OECD Publishing). Disponibile all'indirizzo: <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA-2012-technical-report-final.pdf>

OECD. 2016. *Low Performing Students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed*. Paris (PISA, OECD Publishing)

Rome Declaration on Responsible Research and Innovation in Europe. Roma, 21 novembre 2014. Disponibile all'indirizzo: https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/rome_declaration_RRI_final_21_November.pdf

SIS – RRI Conference. *Science, Innovation and Society: achieving Responsible Research and Innovation*. Press Review. 19-21 novembre 2014

Varisco, Bianca Maria. 2002. *Costruttivismo socio-culturale. Genesi filosofiche, sviluppi psicopedagogici, applicazioni didattiche*. Roma

Velardi, Andrea. 2018. *Riformare l'Università: missione impossibile?* Il Messaggero. 27 aprile 2018. Roma