



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Alfabetizzazione scientifica a scuola: Proposta per un nuovo metodo

Alfabetizzazione scientifica a scuola: migliorare
le strategie e costruire nuove pratiche di
insegnamento scientifico nei primi gradi di
istruzione (SciLit)

2016 -1- ES01- KA201- 025282



«The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.»

*La gioia di leggere le prime storie, di trovare i primi amici e
di fare le nostre prime scoperte come dei veri scienziati,
farà parte dei ricordi che resteranno legati ai nomi dei
nostri primi amici
e del nostro primo insegnante.*



ISBN: 978-84-09-02386-8

Alfabetizzazione scientifica a scuola: migliorare le strategie e costruire nuove pratiche di insegnamento scientifico nei primi anni di scuola (SciLit)

ISBN: 978-84-09-02426-1

Alfabetizzazione scientifica a scuola: proposta per un nuovo metodo

<http://www.csicenlaescuela.csic.es/scilit/scilit.html>

Coordinatore Generale del Progetto Alfabetizzazione Scientifica a Scuola

(Progetto: 2016-1-ES: -KA201-025282)

M^a JOSÉ GÓMEZ DÍAZ (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Partner coordinatore:

El CSIC en la Escuela (CSIC),
Spagna

José M^a López Sancho
M^a José Gómez Díaz
Salomé Cejudo Rodríguez
María Ruiz del Árbol Moro
Esteban Moreno Gómez
M^a Carmen Refolio Pilar
López Sancho
Irene Cuesta Mayor
Martín Martínez Ripoll

Organizzazioni partner:

CPR Gijón-Oriente Gijón, Spagna
Juan José Lera González
Jorge Antuña Rodríguez

KPCEN Bydgoszcz, Polonia

Justyna Adamska
Krystyna Karpińska
Mariola Cyganek
Grażyna Szczepańczyk
Jan Szczepańczyk

CESIE Palermo,

Italia Ruta
Grigaliūnaitė Rita
Quisillo

Kedainiu lopselis-darzelis Zilvitis»

Lituania
Regina Jasinskiene
Ina Gustienė
Gitana Juodienė
Agnė Milašienė

Colegio San Francisco Pamplona,

Navarra, Spagna
Victoria López Gimeno

Tallinna Asunduse Lasteaed Estonia

Siiri Kliss
Eneli Kajak
Kristel Kukk
Julia Bondar
Annela Ojaste

Przedszkole nr 34 «Mali odkrywcy»

Bydgoszcz, Polonia

Ewa Tomasik
Beata Zawada
Anna Widajewicz
Barbara Krakowska

Con la partecipazione di

Isabel Gómez Caridad
Alfredo Martínez Sanz

INDICE

	PAGE
INTRODUZIONE.....	11
PRIMA PARTE:	
Verso una nuova concezione di alfabetizzazione scientifica.....	15
1.1. Percezione sociale della scienza in Europa: alfabetizzazione scientifica.....	15
– L’età dell’informazione.....	15
– L’importanza del sapere scientifico nella società.....	16
– Scienza e discipline umanistiche.....	17
– Il mondo è piatto.....	18
– Percezione sociale della scienza.....	18
1.2. L’obiettivo di SciLit: rivoluzionare l’alfabetizzazione scientifica nelle scuole.....	19
– Alfabetizzazione scientifica.....	19
– Che cosa s’intende per alfabetizzazione scientifica?.....	20
– Che tipo di conoscenze dobbiamo condividere con i nostri studenti?.....	21
– Come si insegna a comprendere la Natura della Scienza?.....	22
– Di quali competenze dovrebbero essere in possesso gli insegnanti?.....	24
– Valutazione del percorso formativo.....	25
– Il ruolo degli insegnanti nel sistema d’istruzione.....	26
SECONDA PARTE:	
L’educazione scientifica nei Paesi UE.....	29
2.1. Introduzione.....	29
2.2. L’insegnamento delle scienze nelle scuole dell’infanzia e nella scuola primaria in Europa.....	29
– Quadro normativo.....	29
– Formazione iniziale dei docenti europei nel campo delle scienze.....	
– Percorsi di aggiornamento professionale per i docenti.....	31
2.3. L’insegnamento delle scienze in Italia, Spagna, Estonia, Lituania e Polonia.....	32
– Quadro normativo.....	32
2.4. Struttura dei programmi scolastici in Italia, Spagna, Estonia, Lituania e Polonia.....	34
2.5. Formazione dei docenti in Italia, Spagna, Polonia, Lituania ed Estonia.....	37
2.6. Le donne e l’insegnamento delle scienze in Italia, Spagna, Polonia, Lituania ed Estonia.....	40
2.7. Il rapporto PISA.....	44
2.8. Conclusioni.....	46

TERZA PARTE:	PAGE
Una proposta per migliorare l'alfabetizzazione scientifica nell'educazione della prima infanzia	51
3.1. Excursus storico	51
3.2. La natura della scienza ed il suo legame con il sistema di istruzione: il caso di studio in Polonia.....	54
3.3. Proposta metodologica; oltre la NOS	60
– Applicare la metodologia proposta dal progetto: Come è fatto il mondo?	62
– Un esempio pratico: Archeologia in classe.....	65
– La scienza: una parte integrante del patrimonio europeo	67
QUARTA PARTE:	
Raccomandazioni volte a migliorare l'educazione scientifica nella scuola dell'infanzia e nel primo ciclo di istruzione	73

INTRODUZIONE



INTRODUZIONE

Il presente lavoro è il risultato di una stretta collaborazione tra gli otto partner del progetto, provenienti da cinque paesi europei, diversi per valori, background culturale, metodi di lavoro, esigenze. Tale pluralità rafforza il legame che unisce scienziati e insegnanti: l'amore per la conoscenza che entrambi i gruppi contribuiscono a creare e a trasmettere in un comune spazio intellettuale che valica ogni confine. Desideriamo ringraziare questa squadra di docenti e di scienziati per la perseveranza e per l'interesse dimostrati nei confronti dell'innovazione per l'intera durata del progetto, e che abbiamo riscontrato nelle attività didattiche degli insegnanti pedagogici che loro hanno portato avanti nelle loro scuole.

Struttura del documento

Il documento consta di quattro parti.

La prima parte presenta **una nuova idea di alfabetizzazione scientifica**, tenendo conto della sfida rappresentata dalle nuove tecnologie e il loro impatto sul mondo della scuola. A seguito di questa riflessione, delineeremo la nostra proposta per un nuovo metodo didattico ideata nel corso di questo progetto.

Nella seconda parte, **le competenze degli insegnanti nei Paesi partner del progetto**, si analizzano i diversi sistemi scolastici di questi

Paesi in relazione alle competenze scientifiche dei loro docenti: sia quelle acquisite nei percorsi di formazione iniziale, sia quelle sviluppate mediante corsi di aggiornamento. Questa analisi ci consentirà di riflettere sulle similitudini e sulle differenze fra i paesi partecipanti, da tenere presenti ai fini dell'applicazione della nuova metodologia.

La terza parte, **Una proposta per migliorare l'alfabetizzazione scientifica nell'educazione della prima infanzia**, presenta un excursus storico sui metodi didattici adottati in passato per l'insegnamento delle materie scientifiche, nonché una descrizione delle nuove metodologie mediante le quali *CSIC at School* ha formato insegnanti per diversi anni. Tale proposta si concretizza in due proposte: *Come è fatto il mondo* e *Archeologia in classe*. È stato, inoltre, inserito uno studio sul contesto sociale ideale per l'apprendimento scientifico, definito all'interno del Patrimonio Culturale Europeo.

La quarta sezione, **Raccomandazioni volte a migliorare l'educazione scientifica nella scuola dell'infanzia e nel primo ciclo di istruzione**, contiene un'analisi conclusiva e una riflessione con proposte e raccomandazioni per migliorare l'insegnamento delle materie scientifiche a scuola, da considerarsi parte integrante del patrimonio culturale europeo.

PRIMA PARTE

**VERSO UNA NUOVA
CONCEZIONE DI
ALFABETIZZAZIONE
SCIENTIFICA**



1. VERSO UNA NUOVA CONCEZIONE DI ALFABETIZZAZIONE SCIENTIFICA

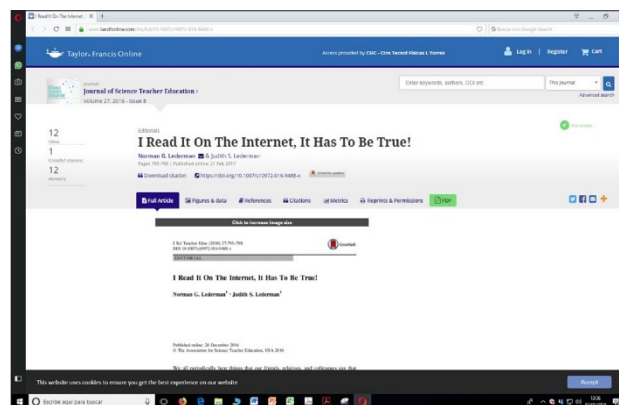
1.1. PERCEZIONE SOCIALE DELLA SCIENZA IN EUROPA: ALFABETIZZAZIONE SCIENTIFICA

L'età dell'informazione

Uno dei tratti distintivi della società odierna è la facilità con la quale possiamo accedere alle informazioni sebbene, purtroppo, né il loro valore didattico, né la loro veridicità siano sempre garantiti. Tale aspetto diviene fondamentale se pensiamo che anche le persone più colte non hanno ancora rinunciato a ciò potremmo definire il *potere della parola scritta*, traslato all'interno dell'era digitale ed attribuito anche ai documenti disponibili su cellulari, *tablet* e computer. Tale prestigio costituisce un retaggio del passato (benché non poi così lontano) e dei nostri primi anni di scuola, anni in cui l'apprendimento è mediato dall'utilizzo di libri le cui informazioni sono ben controllate. Per questa ragione, gli insegnanti spesso ritengono di non aver alcun bisogno di sviluppare negli studenti uno forte spirito critico. Esso, infatti, è superfluo nel momento in cui si utilizzano i testi scolastici ma essenziale quando si naviga in rete, un universo dominato dagli interessi dei singoli, dei governi nazionali e delle aziende.

Tuttavia, la situazione sta rapidamente cambiando anche nelle classi, poiché si abbassa sempre più l'età in cui i bambini accedono a Internet. Nonostante navigare in rete sia indispensabile, sia per padroneggiare questo strumento sia per cercare informazioni utili, si corre il rischio di esporre i bambini a idee e messaggi che sono in grado di

decodificare. In questo senso, riteniamo sia rilevante lo studio di Lederman e Lederman¹, il quale rivela l'effetto della nuova credibilità di Internet e degli effetti indesiderati che potrebbe produrre nel processo di formazione dei cittadini. In linea con i risultati dello studio succitato, i rapporti² PEW indicano che poco meno del 50% dei cittadini crede nello spiritismo, il 40% nell'astrologia, il 45% nei fantasmi e il 30% alle streghe.



L'ho letto su Internet, deve essere vero!

Per queste ragioni, nella società della rete e *social network*, lo sviluppo di spirito critico è di fondamentale importanza. Esso, però, necessita di conoscenze pregresse, ben definite e caratterizzate da valori etici, difficili da acquisire mediante lo studio individuale, e ancor meno attraverso il semplice navigare su Internet. Tale situazione è simile all'eterna ghirlanda brillante descritta da Hofstadter³ dalla quale occorre trovare una via di fuga, poiché entrambi, Internet e i social network, rimarranno nelle nostre vite ancora per molto tempo.

¹ *I read it in Internet! It has to be true!* (Lederman, N.G. & Lederman, J.S. J Sci Teacher Educ (2016) 27:795. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9488-x>.

² (<http://www.pewresearch.org/>).

³ (Hofstadter, Douglas R. (1987). Gödel, Escher, Bach: an eternal and graceful loop, Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid, Basic Books, Inc. New York, NY, USA ©1979.

L'importanza del sapere scientifico nella società

Nonostante possa apparire contraddittorio, la società della conoscenza accetta che lo sviluppo della scienza e della tecnologia si trasformi in sviluppo economico e progresso sociale. Tale convinzione aumenta l'interesse della popolazione nei confronti del sapere scientifico (soprattutto su Internet), anche se la maggior parte della popolazione riesce a penetrare il senso di teorie e dimostrazioni solo in modo superficiale.

Nella presente guida utilizzeremo il termine generico "scienza" per riferirci alle discipline matematiche, all'ingegneria e alla tecnologia, dal momento che è pressoché impossibile - se non addirittura inutile - cercare di distinguere l'impatto che queste discipline hanno avuto sulla storia della scienza, nonché sulla possibilità di cambiare la percezione comune.

Inoltre, all'interno delle società democratiche, i cittadini hanno bisogno di possedere delle conoscenze scientifiche per scegliere ed esprimere un proprio voto sulle diverse opzioni messe a disposizione dalla tecnologia. Non a caso, gli elettori sono spesso chiamati ad esprimere una loro preferenza - e dunque a formare un'opinione personale - su temi riguardanti l'energia solare, nucleare, eolica, geotermica, fossile, la clonazione animale o l'utilizzo degli organismi geneticamente modificati in agricoltura.

Più specificamente, i cittadini devono conoscere non solo le caratteristiche di queste tecnologie ma anche riconoscere il rapporto che intercorre fra Scienza e Società.

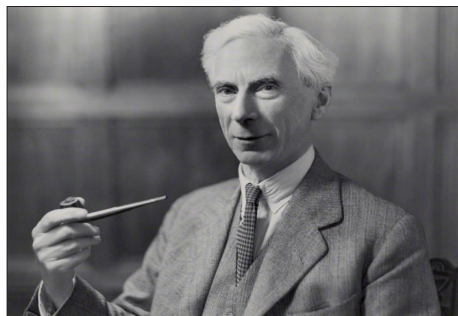
Il dibattito sull'energia nucleare è sempre



presente nella società.

Da una parte, infatti, le tecnologie che decidiamo di adottare determinano il tipo di società in cui viviamo, mentre dall'altra, le caratteristiche proprie di una società influenzano lo sviluppo e gli investimenti nel campo della scienza e tecnologia. Per questa ragione, i cittadini hanno il dovere di dotarsi di conoscenze scientifiche appropriate, che consentano loro di conoscere e di scegliere tra proposte diverse. Per citare un famoso adagio di Bertrand Russell: democrazia è necessaria ma non sufficiente.

Bertrand Russell, filosofo e matematico britannico.



A questa capacità di comprendere le principali questioni scientifiche per formulare un'opinione personale su diversi temi è stato dato, a metà del XX secolo negli Stati Uniti, il nome di **alfabetizzazione scientifica**. Tale concetto si è diffuso rapidamente in tutto il mondo occidentale, benché non sia mai stato definito con precisione, a dispetto dei numerosi tentativi⁴. A tal proposito, tenteremo più avanti di proporre una nuova definizione (basata sul processo di apprendimento), nella terza parte di questa guida, poiché essa costituisce uno dei principali risultati di questo progetto.

Scienza e discipline umanistiche

Il dialogo tra scienza e società, le cui origini vanno ricercate nell'opera degli Enciclopedisti francesi, si è fatto più stretto nel corso della seconda metà del XIX secolo, per merito dei più grandi scienziati dell'epoca. Queste attività segnano la nascita della divulgazione scientifica.

Tale processo di contaminazione si è progressivamente arrestato all'inizio del XX secolo, durante il periodo dei due conflitti mondiali, a causa della progressiva scomparsa dei *savant*, *eruditi*, del XIX secolo, sostituiti dagli *specialisti*, di maggiore successo, i quali possedevano una conoscenza più approfondita ma in misura troppo limitata per attirare l'interesse dell'opinione pubblica. Questa situazione mutò nuovamente a partire dalla seconda metà del XX secolo con l'introduzione



di una superficiale educazione scientifica nelle scuole e con il formarsi di un rinnovato interesse nei confronti della scienza a seguito del lancio del satellite russo Sputnik nel 1957, all'inizio della Guerra Fredda.

La corsa allo spazio durante la Guerra Fredda.

Era necessario, infatti, che i cittadini americani e russi capissero e fossero preparati a vedere spendere generosamente ed investire continuamente le risorse del proprio Stato per rimanere la prima potenza mondiale per tutta la durata della Guerra Fredda, uno dei cui fronti era rappresentato dalla corsa allo spazio.

Alla progressiva popolarità acquisita dalla scienza si accompagnò la nascita di un movimento puramente intellettuale, il cui scopo era far sì che la scienza fosse considerata parte integrante del patrimonio culturale.

Un paio di anni dopo il lancio del primo satellite, apparve ciò che oggi possiamo definire il *manifesto* di questa nuova corrente di pensiero: la conferenza di C.P. Snow sulle *Due Culture*⁵. L'idea di abbattere le frontiere

⁴ Jack Holbrook and Miia Rannikmae, The Meaning of Scientific Literacy, <https://www.pegem.net/dosyalar/dokuman/138340-20131231103513-6.pdf>.

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/The_Two_Cultures

tra scienze e discipline umanistiche si è fatta sempre più strada all'interno della comunità intellettuale, ed oggi appare impensabile spiegare una circostanza o un fenomeno storico (o preistorico) senza tenere conto del ruolo del sapere scientifico.

Tali idee si sono diffuse in altri Paesi e hanno ispirato le politiche a sostegno della diffusione del sapere scientifico nell'Unione Europea, come testimoniato dal programma **Horizon 2020** (dal 2014 al 2020) e dall'iniziativa della Commissione europea *Europe Needs*. L'obiettivo di queste azioni è quello di aumentare la competitività europea basata su tre pilastri: *Eccellenza scientifica, Leadership industriale e Sfide sociali*, in linea con il programma *Science with and for Society* (Scienza insieme e per la Società - SWAFS)⁶.

Il mondo è piatto

Viviamo in un mondo reso piatto⁷ dall'assenza di confini e di ostacoli fisici alla comunicazione, pertanto, risentiamo immediatamente dell'impatto di qualsiasi scoperta scientifica in grado di modificare lo scenario socioeconomico di qualsiasi Paese impreparato all'introduzione di nuove tecnologie. Per questa ragione, è necessario che gli studenti ricevano una preparazione adeguata che consenta loro di adattarsi rapidamente alle innovazioni.

Per essere pronti a sfruttare a pieno i risultati delle ricerche e delle scoperte tecnologiche compiute in ogni parte del mondo affinché divengano un vantaggio per la società europea, è essenziale che ricercatori, cittadini, politici,

organizzazioni e imprese lavorino insieme, ossia attivino dei sistemi di RRI (Ricerca e Innovazione Responsabili). In tale contesto, l'obiettivo della *Science for and with Society*⁸ è quello di promuovere la diffusione della RRI perché i cittadini si interessino alle scienze e non rimangano indietro.

Un altro obiettivo è quello di incoraggiare gli studenti di ambo i sessi a scegliere una carriera nel campo della scienza e della tecnologia, così come promuovere l'interazione tra le scuole, i centri di ricerca, il settore industriale e altre organizzazioni. *Europe needs more scientists*⁹ è un'iniziativa della Commissione europea volta ad aumentare il numero di scienziati in Europa, che ha posto in evidenza, fra l'altro, l'importanza del ruolo svolto dalla scuola primaria. Inoltre, secondo quanto previsto dalla Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente, la competenza matematica e le competenze di base in scienza e tecnologia sono inserite nei La



programmi di studio delle scuole primarie nei

⁶ <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>.

⁷ Friedman, T. L. (2005). *The world is flat: A brief history of the twenty-first century*. New York: Farrar, Straus and Giroux.

⁸ <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/science-and-society>.

⁹ <https://ec.europa.eu/research/press/2004/pr0204en.cfm>.

Paesi Membri dell'Unione Europea¹⁰, alcuni dei quali verranno analizzati in questa guida.

Riteniamo che tali obiettivi possano essere raggiunti solo promuovendo l'apprendimento scientifico sin dalla prima infanzia. Ma di questo argomento parleremo più avanti.

Percezione sociale della scienza

Tornando al rapporto tra scienza e società, è necessario ricordare che, nel corso della Guerra Fredda, il modo di percepire la scienza fu influenzato da progetti come la costruzione di bombe atomiche e ad idrogeno e da altri progetti di stampo militare. Le questioni etiche entrarono, dunque, a far parte del dibattito sulla scienza, instillando nella comunità scientifica un certo timore per l'impatto negativo che queste avrebbero potuto avere sull'immagine della scienza stessa, portando, ad esempio, a un taglio dei finanziamenti e a un calo del numero di giovani scienziati. Tali conseguenze avrebbero potuto pregiudicare i risultati e la produttività stessa della ricerca scientifica.

Per questa ragione si è scelto di avviare e sviluppare delle analisi sulla percezione della scienza da parte dell'opinione pubblica, sulla base degli studi dei comportamenti dei consumatori elaborati negli Stati Uniti circa 50 anni fa. Oggi tali strumenti sono utilizzati per analizzare l'atteggiamento e la percezione dell'opinione pubblica nei confronti della scienza. In Europa, Eurobarometro persegue i medesimi obiettivi

Per quanto concerne il sapere scientifico, i risultati di queste rilevazioni mostrano una situazione poco omogenea fra i Paesi Europei:

Danimarca e Paesi Bassi sono i Paesi in cui il sapere scientifico appare più diffuso, mentre Spagna, Italia e Polonia arrancano agli ultimi posti della classifica.

Dai risultati sulla percezione sociale della scienza della Fondazione Spagnola per la Scienza e la Tecnologia (FECYT) emergono dati preoccupanti: il 59,8% delle persone ha fiducia nell'agopuntura e il 52,7% nei prodotti omeopatici. Ciò che è peggio è che le persone con un livello di istruzione superiore tendono ad affidarsi a tali pratiche, la cui efficacia non ha evidenza scientifica. (Indagine sulla percezione sociale della scienza del FECYT, 2016). È evidente che qualcosa non torna.

Ecco perché è necessario riflettere su come accrescere la cultura scientifica degli europei.

1.2 L'obiettivo di SciLit: rivoluzionare l'alfabetizzazione scientifica nelle scuole

Alfabetizzazione Scientifica

L'espressione "alfabetizzazione scientifica" (*scientific literacy*) apparve per la prima volta sulla stampa americana nel 1957, subito dopo il lancio dello Sputnik, ed è diventato un termine di uso comune a partire dal boom economico degli anni '80 in Giappone. È in questa fase, infatti, che si afferma la necessità per le società democratiche di far sì che i cittadini comprendano a pieno i principali temi scientifici inerenti lo sviluppo tecnologico al fine di compiere delle scelte consapevoli. Allo stesso tempo, i governi nazionali iniziarono a discutere sul senso dell'alfabetizzazione scientifica, sulla sua definizione e trasmissione.

Le prime definizioni facevano coincidere l'alfabetizzazione con il sapere scientifico, dando inizio a quello che potrebbe essere chiamato il periodo degli *standard di*

¹⁰ www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf.

*riferimento*¹¹. L'obiettivo era di individuare delle linee guida per stabilire delle conoscenze di base su cui avrebbe dovuto fondarsi l'alfabetizzazione scientifica dei cittadini. Negli anni successivi la quantità di conoscenze di cui i cittadini dovevano dotarsi continuò ad aumentare. Presto divenne evidente, come vedremo nella terza parte di questa guida, che gli standard di riferimento non erano adatti né per ottenere né per misurare il grado di alfabetizzazione richiesto. Era necessario elaborare una definizione più specifica e pratica. Le istituzioni americane tentarono a lungo di dare una spiegazione univoca e ciò ha portato all'elaborazione di numerosi studi sull'argomento. Per dare un'idea della complessità della questione, riporteremo due tra le più importanti definizioni fornite, che riflettono la fase iniziale e finale del dibattito sviluppatosi sull'alfabetizzazione scientifica. Il National Center for Education Statistics degli Stati Uniti definisce l'alfabetizzazione scientifica come la conoscenza e la comprensione dei concetti e dei processi scientifici necessari al fine di prendere delle decisioni personali e partecipare alla vita civica ed economica del Paese¹², mentre il quadro di riferimento OSCE-PISA (2015) definisce l'alfabetizzazione scientifica come la capacità di utilizzare conoscenze scientifiche ed i processi cognitivi ad esse connessi, per capire il mondo naturale e per prendere parte alle decisioni che possono avere un effetto su di

esso. Una definizione tanto vaga di alfabetizzazione scientifica non poteva prevedere dei processi di implementazione adeguati¹³. La ricerca della definizione perfetta diventò oggetto di profonde riflessioni, fino a trasformarsi alla fine degli anni '90 in un importante campo di ricerca¹⁴.

Che cosa s'intende per l'alfabetizzazione scientifica?

Per definire l'alfabetizzazione scientifica ci baseremo sull'idea di alfabetizzazione, che ispirò i movimenti che portarono alla riforma dei sistemi d'istruzione alla fine del XIX secolo. L'obiettivo dell'alfabetizzazione *tout court* è di fornire agli studenti gli strumenti necessari per leggere e scrivere nella loro madrelingua, cosicché possano comprendere qualsiasi tipo di testo ed esprimere correttamente il loro pensiero. Per rendere meglio l'idea, ricorreremo alle parole di Bartolomé Cossio sull'alfabetizzazione: *Solamente quando tutti i cittadini non solo sapranno leggere, che non è abbastanza, ma avranno il desiderio di leggere e di divertirsi, sì, di divertirsi leggendo, allora avremo raggiunto il nostro obiettivo*¹⁵. Il merito della definizione di alfabetizzazione data da Cossio è, senza dubbio, data dall'accostare il concetto del piacere alla capacità di lettura e scrittura:

¹¹ American Association for the Advancement of Science (1993), *Benchmarks for Science Literacy*, Oxford University Press.

¹²

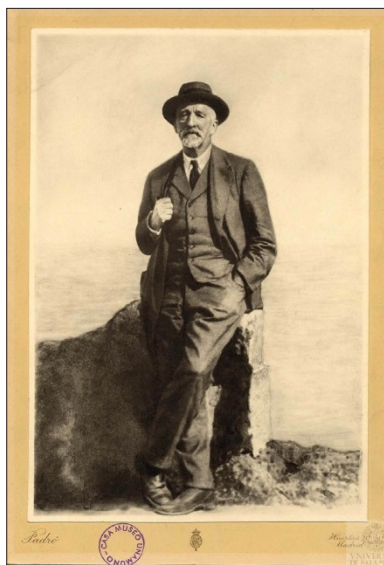
http://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20IA_%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf.

¹³ Durant, J. (1994). What is scientific literacy? *European Review*, 2(1), 83-89. DOI: 10.1017/S1062798700000922, <https://www.cambridge.org/core/journals/european-review/article/what-is-scientific-literacy/D9FC-3C75784F0E39327DD9A5533C8D39>.

¹⁴ Abd-El-Khaalick et al., *Science Education*, 82(4), 417-436.

¹⁵ La Institución Libre de Enseñanza y su ambiente: Periodo de expansión influyente Antonio Jiménez-Landi.

l'unico modo per padroneggiare veramente una lingua è apprezzare la lettura e divertirsi scrivendo.



Bartolomé Cossío, a capo delle missioni pedagogiche.

Tenteremo di seguire la stessa linea di pensiero anche per definire l'alfabetizzazione scientifica, sebbene il concetto sia un po' più complesso. Lo scopo è quello di permettere agli allievi di capire come si forma e cambia il sapere scientifico, nonché di conoscere i processi cognitivi ad esso collegati. Questo nuovo tipo di alfabetizzazione prevede che gli studenti si divertano nel fare esperimenti, imparino ad estrapolare delle leggi sulla base dell'osservazione della natura e dell'analisi dei modelli, e provino piacere anche nell'approfondire i temi scientifici. Anche se tale compito può apparire difficile ad occhi inesperti, riteniamo che possa divenire sempre più semplice per i docenti della scuola primaria e della prima infanzia che abbiano acquisito le conoscenze necessarie.

Che tipo di conoscenze dobbiamo condividere con i nostri studenti?

Prima dovremmo interrogarci sul tipo di conoscenze scientifiche che dovremmo trasmettere ai nostri studenti per promuovere l'alfabetizzazione scientifica. Essi, infatti,

devono apprendere le informazioni necessarie che permetteranno loro di svelare la struttura e la Natura della Scienza¹⁶, seguendo il percorso tracciato dalla ricerca scientifica.

Il concetto di "natura della scienza" ci permette di rispondere alle domande inerenti il modo in cui acquisiamo, organizziamo e modifichiamo il sapere scientifico, questioni cui abbiamo già fatto riferimento nella nostra definizione di alfabetizzazione scientifica. La conoscenza si ottiene mediante l'osservazione, la sperimentazione e la misurazione di grandezze fisiche idonee alla descrizione del fenomeno (come la pressione, la temperatura ecc.).

Sono queste le caratteristiche che definiscono la limitata porzione di mondo che può essere studiata mediante il ricorso al metodo scientifico: quella misurabile. Ciò esclude la parte più affascinante della realtà, quella costituita dalla bellezza, dalla giustizia, dall'amore, ecc., troppo complessa per essere analizzata dalla scienza.

Dalla misurazione delle grandezze si ricava sempre un numero (a volte più di uno, come nelle grandezze vettoriali), facilmente sintetizzabile in frasi o formule matematiche, mediante le quali definiamo le leggi della natura. Il principio di Archimede ne è un ottimo esempio. Queste leggi possono portare all'ideazione di modelli, come la teoria degli orbitali molecolari o il modello standard¹⁷, sempre suscettibili di modifiche, se dimostrate opportune da esperimenti successivi. Tale

¹⁶ National Research Council (2000). Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning. Washington DC: National Academic Press.

¹⁷ Models in Science, <https://plato.stanford.edu/entries/models-science>.

processo può essere assimilato a quella che chiamiamo la *Natura della Scienza*¹⁸.

A new concept of scientific literacy

È essenziale, inoltre, che gli insegnanti conoscano gli elementi che costituiscono il mondo fisico: l'energia e la materia, lo spazio e il tempo e, per ultima, l'informazione. Tutti questi elementi possono essere studiati poiché sono misurabili.

Degli insegnanti a Bydgoszcz si servono della loro competenza matematica per contare le gocce.



¹⁸ Lederman, NG (1986), Understanding of students and teachers on the Nature of Science: a re-evaluation, *School Science and Mathematics*, 86, 91-99

Come si insegna a comprendere la Natura della Scienza?

Il secondo quesito che dovremmo porci è: come insegniamo ai nostri studenti la Natura della Scienza? Tutti noi sappiamo che è difficile (se non impossibile) definire il significato di una parola o di un procedimento senza ricorrere a un esempio. L'alfabetizzazione scientifica non fa eccezione. Presenteremo, quindi, l'applicazione pratica del metodo (CSIC), che abbiamo utilizzato nel corso del progetto. Abbiamo cominciato osservando, insieme ai bambini, cosa succede a una pozzanghera o a dei vestiti bagnati che si asciugano al sole. La prima conclusione cui sono giunti i bambini è che *l'acqua evapora*; lo stesso fenomeno si ripete quando inumidiamo le piastrelle del pavimento con uno straccio o bagnamo la superficie di un vetro. I piccoli allievi sanno che le cose non appaiono o scompaiono magicamente; al massimo non sono visibili ad occhio nudo. Imparando ad esprimere a parole questo concetto hanno raggiunto il primo obiettivo di ogni scienziato: enunciare una legge della natura, una vera pillola di sapere. Servendosi di questa legge ed attivando un processo di riflessione basato sul metodo deduttivo sono pervenuti facilmente alla conclusione che l'acqua nella pozzanghera o



Degli insegnanti conducono esperimenti durante il primo seminario formativo a Madrid.

nei vestiti *deve essere finita* nell'atmosfera, in una forma invisibile all'occhio umano. Chiunque abbia giocato con un bambino sa che le domande sorgono spontaneamente. Quindi, il nostro unico compito consiste nel guidare la loro curiosità, proprio come fece Socrate con il giovane schiavo di Menone. Abbiamo dimostrato, dunque, che bambini di poco più di due anni



Un gruppo di bambini studia l'evaporazione.

e mezzo accettano l'idea che l'acqua sia nell'aria sotto forma di piccole particelle, invisibili ad occhio nudo. Hanno compreso, dunque, il funzionamento del loro primo modello scientifico che ha permesso ai piccoli allievi di immaginare processi impossibili da vedere ma necessari per spiegare fenomeni che osserviamo. Come mostreremo nella guida dal titolo *Com'è fatto il mondo?*, i bambini hanno afferrato immediatamente i concetti analizzati, come risulta evidente dai disegni riportati sui quaderni di scienze. Per loro è stato del tutto naturale accogliere l'idea che queste piccole particelle prendano il buffo nome di molecole, poiché sono abituati a dare nomi a cose sconosciute. Abbiamo, dunque, insistito sull'applicazione di questo metodo prendendo in esame il



Le molecole raffigurate dai bambini.

fenomeno della condensazione su una bibita molto fredda posata su un tavolo. Sulla superficie della lattina, inizialmente asciutta, appaiono delle gocce d'acqua che scivolano verso il tavolo. Abbiamo dunque chiesto ai bambini di spiegare e disegnare cosa è successo usando il modello molecolare (o teoria, non

Bambini che osservano il fenomeno della condensazione. Rappresentazione grafica del fenomeno.

essendoci in questo caso una vera distinzione tra i due concetti). Tutti i bambini sono stati in grado di descrivere e rappresentare la condensazione ricorrendo all'immagine mentale dell'acqua fatta di piccole molecole. Tutti gli allievi sono stati rapiti dall'osservazione del processo di evaporazione dell'acqua nell'aria e il suo riaffiorare sulla lattina fredda. Inoltre, sono riusciti a modificare l'ipotesi formulata in precedenza: *l'acqua evapora dagli oggetti a temperatura ambiente e si condensa sulle superfici fredde* (processo di accomodamento secondo la teoria di Piaget). Dopo questi esercizi di "riscaldamento", i piccoli allievi hanno

scientific literacy at school: a proposal of a new methodology

studiato il ciclo dell'acqua, in una sorta di prolungamento del primo gioco (assimilazione secondo Piaget). Hanno immaginato le molecole evaporare dalla pozzanghera e salire fino alle nuvole per poi ridiscendere sotto forma di gocce di pioggia, disegnando tale processo sui loro quaderno. Possiamo dire di aver raggiunto l'alfabetizzazione scientifica nel momento in cui gli alunni comprendono a pieno i processi e sono capaci di interpretare i fenomeni osservati servendosi di modelli cognitivi, trovando nella ricerca scientifica un'affascinante fonte di divertimento.

La capacità della mente di generare delle immagini semplificate da utilizzare per trovare delle soluzioni appropriate ai singoli problemi costituisce l'unico modo in cui gli esseri umani riescono ad acquisire e a rielaborare le loro conoscenze. Gli studi sull'intelligenza artificiale e le sue applicazioni si basano proprio questo presupposto.

Di quali competenze dovrebbero essere in possesso gli insegnanti?

Dopo aver dimostrato l'innata capacità dei bambini di acquisire sapere scientifico, è necessario riflettere sulle competenze di cui gli insegnanti devono essere in possesso per svolgere il loro lavoro in aula. Bisognerà, inoltre, escogitare un metodo per valutarne conoscenze e rendimento.

È essenziale, infatti, che gli insegnanti conoscano i processi che, mediante l'osservazione e la riproduzione dei fenomeni in laboratorio, hanno portato all'elaborazione del sapere scientifico e siano consapevoli di come tali conoscenze siano mutate nel corso della storia.

Il progresso scientifico, nella sua dimensione sociale, fu inizialmente studiato da Kuhn che adottò un modello paragonabile a quello piagetiano della costruzione della conoscenza, esposto più avanti. La questione dell'esistenza di un metodo scientifico, IL METODO, è un aspetto fondamentale della formazione degli insegnanti. Abbiamo notato che, con pochissime eccezioni, i docenti sono convinti che esista un unico METODO, e ciò è all'origine di un cortocircuito cognitivo. Dobbiamo, quindi, fare leva sull'importanza della sua decostruzione, nell'accezione data da Derrida (e Feyerabend). All'origine di tale concezione vi è il desiderio di trovare un metodo che *garantisca* la veridicità e la validità dei risultati della ricerca nel tempo.

Introdotta da Bacon, tale metodo fu chiamato "metodo scientifico" ed adottato dagli insegnanti per circa tre secoli. Oggi non è più così. Il metodo conoscitivo baconiano esclude l'astronomia e non è applicabile alla branca della fisica fondata sui famosi esperimenti mentali di Einstein¹⁹ nonché alle scoperte fortunate e casuali, dovute alla cosiddetta "serendipità". Come disse Feyerabend²⁰, nella scienza *tutto va bene* finché ha un'utilità. Con questo non vogliamo dire che il metodo di Bacon sia sbagliato o poco valido; è semplicemente uno dei metodi utili su cui si fonda la costruzione del sapere scientifico. Ha avuto il grande merito di permettere a noi scienziati e insegnanti di andare oltre al metodo imposto dalla filosofia scolastica, e per questo merita eterna gratitudine.

¹⁹ Thoughts experiments,
<https://plato.stanford.edu/entries/thought-experiment/>

²⁰ Feyerabend, P. (1993). *Against method*. New York, Bauer, HH (1994). *Scientific literacy and the myth of the scientific method*. Champaign, IL: University of Illinois Press

Qualsiasi modello o teoria sarà con tutta probabilità rimpiazzato da un modello o una teoria più specifica con un campo di



Corso di formazione per gli insegnanti del progetto ScilLit a Madrid.

per generare conoscenza, sia in base al processo di adattamento di Piaget o alle rivoluzioni scientifiche teorizzate da Kuhn. Tuttavia, non bisogna sempre cestinare le vecchie teorie. Al contrario, molte di loro continuano ad essere applicate se il vecchio modello garantisce la precisione necessaria. È per questo che, ad esempio, continuiamo ad applicare la meccanica newtoniana per mandare i satelliti in orbita e far arrivare gli astronauti sulla Luna. Uno dei test PISA serve proprio a stimare la capacità dello studente nello scegliere il modello più appropriato tra quelli disponibili per risolvere un problema specifico.

Importante tanto quanto l'evoluzione scientifica è la sua organizzazione interna. La matematica è l'ingrediente di base, una forma di pensiero che si traduce in simboli fisici (come nella teoria dell'informazione), e che ha un ruolo essenziale rispetto alle altre discipline. Strettamente connessa alla matematica, c'è la fisica che ci serve per comprendere processi chimici, biologici e geologici. Quindi abbiamo la chimica cui

applicazione più vasto. Tale meccanismo di sostituzione dei modelli e delle teorie costituisce l'unico schema cui ricorriamo per spiegare fenomeni geologici e biologici. Il mondo della scienza è piatto, proprio come avviene nella realtà. Per rendere ancor più chiara l'idea della compenetrazione tra le scienze nel corso del progetto siamo ricorsi a processi fisici elementari come la sedimentazione (molto conosciuta dai bambini) per spiegare fenomeni archeologici, ed illustrare in che modo determinati reperti sono giunti fino a noi.



Degli insegnanti analizzano una stratigrafia.

Valutazione del percorso formativo

I partner del progetto si sono detti concordi nel servirsi dei questionari di Lederman²¹ al fine di valutare le competenze degli insegnanti sulla natura della scienza, in base ai requisiti precedentemente esposti.

Tali questionari sono stati ampiamente discussi e messi a disposizione degli insegnanti *partner* sin dall'inizio del corso di formazione.

²¹

https://www.researchgate.net/publication/251538349_An_Inst_rument_To_Assess_VIEWS_Of_Scientific_Inquiry_The_VOSI_Questionnaire.

Scientific literacy at school: a proposal of a new methodology

Per quanto riguarda la valutazione finale abbiamo tenuto conto della qualità dei lavori elaborati dagli insegnanti e portati avanti dagli studenti in classe, come esposto nelle seguenti guide: *Com'è fatto il mondo* e *L'Archeologia in classe*

Il ruolo degli insegnanti nel processo di alfabetizzazione

Non possiamo ereditare il sapere, a differenza di quanto capita con il denaro, i beni immobili o il colore degli occhi. Per questo è fondamentale trasmetterlo di generazione in generazione nel modo più completo ed efficiente possibile. Se tale processo di trasmissione fallisse, regrediremmo all'Età della pietra in un paio di generazioni. Gli insegnanti svolgono un ruolo fondamentale, per questo è essenziale che godano della fiducia e del rispetto degli allievi, nonché della considerazione di una società che faciliti il loro lavoro.

Eppure, tale riconoscimento sociale si basa sul livello culturale dei cittadini. Questi ultimi devono riconoscere gli insegnanti quali depositari del patrimonio culturale della loro società su cui si basa la loro identità

Diviene essenziale, dunque, fare proprio il vocabolario dei valori umani. Ci troviamo di nuovo di fronte a un nodo gordiano, che potremo recidere unicamente coniugando scienza e cultura, creando un *unicum* indivisibile. Tratteremo questo tema nella terza sezione di questa guida.

Infine, vogliamo sottolineare un ultimo punto importante: è fondamentale promuovere l'apprendimento scientifico sin dall'infanzia, quando i bambini imparano a leggere, a scrivere e a fare le prime operazioni aritmetiche. Così facendo, oltre a trarre vantaggio dal momento di massima apertura e curiosità nei confronti del mondo, potremo associare l'emozione dei primi esperimenti scientifici a questo stadio particolare della vita degli esseri umani.

La felicità nel leggere le prime storie, nel trovare i primi amici e nel fare le nostre prime scoperte da veri scienziati farà parte dei ricordi che rimarranno legati al nome dei nostri primi amici e del nostro primo insegnante.

ol: a proposal of a new methodology

**SECONDA PARTE
L'EDUCAZIONE
SCIENTIFICA NEI PAESI
DELL'UNIONE EUROPEA**



2. L'EDUCAZIONE SCIENTIFICA NEI PAESI DELL'UNIONE EUROPEA

2.1. INTRODUZIONE

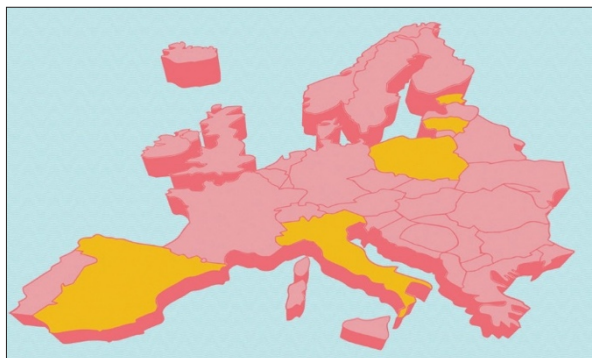
In questo capitolo parleremo dell'educazione scientifica nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria all'interno dei Paesi dell'Unione Europea, ponendo particolare attenzione ai sistemi scolastici italiano, spagnolo, estone, lituano e polacco.

Offriremo una panoramica sulla situazione dell'insegnamento delle scienze nell'UE e presenteremo il quadro normativo vigente (organizzazione dei sistemi d'istruzione), la struttura dei programmi scolastici, il piano per la formazione dei docenti (compresi i percorsi di aggiornamento professionale) e il livello di partecipazione delle donne a questo iter formativo nei Paesi partner di SciLit.

Forniremo gli strumenti necessari per individuare le criticità del sistema scolastico europeo per quanto concerne l'insegnamento delle scienze. In seguito, saranno quindi stilate una serie di raccomandazioni, prestando particolare attenzione all'insegnamento delle discipline scientifiche.

Il presente documento va inteso come un punto di partenza per la creazione della guida rivolta a decisori politici, scienziati, esperti e autorità locali impegnate nel settore dell'istruzione.

In tal modo sarà più semplice porre le basi per migliorare l'insegnamento delle scienze nella scuola dell'infanzia e primaria.



Paesi partner di SciLit

2.2. L'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE NELLA SCUOLA DELL'INFANZIA E NELLA SCUOLA PRIMARIA IN EUROPA

Quadro normativo

Perfezionare l'insegnamento delle scienze è stato un obiettivo chiave di diversi Paesi europei a partire dalla fine degli anni '90. Un numero considerevole di programmi e progetti è stato, infatti, avviato per affrontare la questione²². Oltre a promuovere un'immagine positiva della scienza, aiutare i cittadini europei ad acquisire maggiori conoscenze in questo settore, uno degli obiettivi primari è stato quello di incoraggiare più alunni a dedicarsi allo studio delle scienze.

A tal scopo è stata adottata una vasta gamma di

²² ¹ European Commission; *Science Education in Europe National Policies practices and research*, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011.

misure a partire dai primi anni di scuola per provare ad accrescere l'interesse degli alunni e degli studenti, fra cui: perfezionare la riforma dei programmi scolastici, creare dei partenariati tra le scuole e le aziende e tra gli scienziati e i centri di ricerca e avviare progetti di aggiornamento professionale. Le strategie ed i programmi volti a perfezionare gli aspetti educativi hanno riguardato in alcuni casi tutti i gradi d'istruzione, mentre in altri si sono concentrati su un particolare livello di istruzione e/o su aree di apprendimento specifiche.

Molti Paesi europei hanno sviluppato politiche mirate e progetti destinati a un gruppo diversificato di studenti e insegnanti. Tali iniziative prevedono anche la creazione di partenariati fra le scuole, l'istituzione di centri scientifici e servizi di orientamento. Inoltre, sono state create collaborazioni a lungo termine tra istituzioni governative e partner nel campo dell'alta formazione e con soggetti esterni al mondo della formazione.

Formazione iniziale dei docenti europei nel campo delle scienze

Il ruolo degli insegnanti e delle scuole sta cambiando così come le aspettative nei loro confronti: i docenti sono chiamati ad insegnare in classi sempre più multiculturali, a integrare gli studenti con bisogni speciali, a servirsi efficacemente delle tecnologie digitali, ad essere coinvolti nei processi di valutazione e garanzia della qualità dell'insegnamento e di includere i genitori nella comunità scolastica. Tuttavia, la competenza più importante che si richiede agli insegnanti a livello europeo è la capacità di trasmettere agli allievi i contenuti dei programmi di scienze e di matematica. Tale

aspetto fa parte della valutazione dei futuri insegnanti. I corsi di formazione per docenti, generali o specialistici, spesso invitano gli aspiranti docenti a misurarsi con una vasta gamma di situazioni comuni o ad applicare vari metodi didattici.

Oggi per insegnare è necessario innovare ed essere capaci di adattare costantemente le proprie competenze. Gli insegnanti devono saper gestire situazioni diverse, tenendo conto dei diversi interessi dei ragazzi e delle ragazze ma, allo stesso tempo, evitando accuratamente gli stereotipi di genere. È essenziale includere lo sviluppo di tali competenze, seppur complesse, nei programmi europei. Il potenziamento delle competenze dei docenti deve essere un obiettivo centrale dei sistemi educativi dell'UE tanto quanto gli incentivi all'educazione scientifica. I piani strategici elaborati in questo senso prevedono, anche, percorsi di perfezionamento per i docenti di scienze. Francia, Austria e Regno Unito (Scozia) sono i Paesi più interessati a questi temi. Ma se è vero che la preparazione scientifica dei docenti va migliorata, bisogna anche soffermarsi sulle necessità degli studenti di oggi²³.

Le misure politiche promosse dai paesi partner del progetto SciLit si concentrano o sul problema dell'inclusione (delle minoranze, dei generi, ecc.) o sull'individuazione e la valorizzazione degli studenti più dotati.

Ciò rispecchia le aree ritenute prioritarie nei percorsi di formazione iniziale seguiti dai docenti sulla base dei valori alla base dei sistemi scolastici nazionali.

²³ ALLEA, A renewal of science education in Europe, Views ad action of national academic

Questi prevedono già delle attività volte a promuovere lo studio delle scienze, spesso incoraggiate da rapporti di partenariato fra le scuole. che sostengono la crescita professionale dei docenti. Il contatto diretto con la ricerca applicata e l'utilizzo di altre risorse messe a disposizione da aziende private o da istituti di ricerca possono rivelarsi particolarmente utili al fine di incoraggiare e migliorare la qualità dell'insegnamento delle scienze. Si pensi ad esempio a programmi fortemente caratterizzati da tale componente quali *La main à la pâte*²⁴ e il CSIC spagnolo nelle scuole²⁵.

Anche i centri di ricerca e le istituzioni forniscono ai docenti valide informazioni contribuendo informalmente alla loro formazione. Questo tipo di attività vengono portate avanti in Paesi come l'Irlanda, la Spagna, la Francia, la Lituania, la Polonia, la Slovenia, la Finlandia, la Svezia, il Regno Unito e la Norvegia. Tuttavia, la questione rimane complessa dal momento che i docenti di scienze lavorano con studenti di età diversa, sono specializzati in discipline differenti e sono dotati di un background culturale e didattico specifico. Anche se non molto frequenti, sono presenti iniziative nazionali volte unicamente a formare i docenti di scienze.

Percorsi di aggiornamento professionale per i docenti di scienze

²⁴ Foundation La main à la pâte , <http://www.fondation-lamap.org/?> Ultimo accesso il 17/07/17

²⁵ Programme of the Consejo Superior de Investigaciones Científicas, <http://www.csic.es/web/guest/el-csic-en-la-escuela> Ultimo accesso il 17/07/17

Le conoscenze scientifiche e pedagogiche iniziali dei docenti influiscono sull'elaborazione dei percorsi di aggiornamento professionale, sebbene l'esperienza acquisita negli anni permetta loro di fronteggiare le sfide legate all'insegnamento delle discipline scientifiche nelle classi. La maggior parte dei programmi di aggiornamento professionale prediligono alcuni aspetti a scapito di altri²⁶. In passato, l'analisi delle strategie volte alla promozione dello studio delle scienze ha evidenziato nel consolidamento delle competenze dei docenti uno degli aspetti più rilevanti²⁷. Non a caso i Paesi provvisti di un piano strategico per la promozione dell'educazione scientifica hanno incluso, tra le misure proposte, dei percorsi di aggiornamento professionale rivolti ai docenti di scienze. I partenariati fra scuole, centri di ricerca e altre istituzioni simili contribuiscono all'apprendimento informale dei docenti. I centri scientifici incentivano, inoltre, in diversi paesi attività volte al perfezionamento delle competenze dei docenti. In Paesi come l'Irlanda, la Spagna, la Francia, la Lituania, la Polonia, la Slovenia, la Finlandia, la Svezia, il Regno Unito e la Norvegia le autorità scolastiche hanno inserito nei programmi volti alla formazione docenti dei corsi e dei seminari di aggiornamento rivolti esclusivamente ai docenti di scienze⁷. Tuttavia, non sono frequenti iniziative nazionali destinate alla formazione iniziale di coloro che aspirano a diventare docenti di scienze.

²⁶ European Commission; Science Education in Europe National Policies practices and research, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011

²⁷ Eurydice fact and figures, Recommended Annual Instruction Time in Full-time Compulsory Education in Europe, 2016/17.

La formazione iniziale dei docenti sembra rientrare, in linea di principio, nella maggior parte dei sistemi d'istruzione europei. I corsi di perfezionamento ed i percorsi di aggiornamento professionale dei docenti, invece, rappresentano una grande sfida, non solo perché obbligano a mettere in discussione convinzioni e schemi pedagogici consolidati, ma anche per via delle risorse finanziarie indispensabili per la formazione di un grande numero di insegnanti della scuola primaria già in servizio.

Diviene allora necessaria un'azione da parte dei vertici della politica e del mondo dell'economia capace di incoraggiare i decisori politici che operano all'interno dei ministeri e delle istituzioni affinché questi elaborino delle misure specifiche²⁸.

2.3 L'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE IN ITALIA, SPAGNA, ESTONIA, LITUANIA E POLONIA

Ordinamento scolastico

Sono numerose le analogie che emergono da una prima analisi degli ordinamenti della scuola dell'infanzia e della scuola primaria nei Paesi partner di SciLit.

In Estonia e in Polonia, ad esempio, l'obbligo scolastico comincia a 7 anni, mentre in Italia, in Spagna e in Lituania comincia a 6 anni. In tutti questi paesi l'obbligo scolastico termina a 16-17 anni.

In Polonia, i bambini tra i 3 e i 5 anni

hanno diritto di frequentare l'asilo²⁹, mentre diviene obbligatorio per i bambini di sei anni che si preparano ad accedere alla scuola primaria. La scuola dell'infanzia in Polonia è finanziata in parte da sovvenzioni statali (5 ore) e in parte dai genitori.

In tutti gli altri Paesi non è obbligatorio, né gratuito iscriversi alla scuola dell'infanzia. In Italia e in Spagna il sistema di istruzione e cura nella prima infanzia prevede corsi per bambini dagli 0 ai 3 anni e dai 3 ai 6 anni. Quest'ultimo corso è solo parzialmente gestito dallo Stato. In Estonia le comunità rurali o le amministrazioni cittadine hanno l'obbligo di garantire a tutti i bambini di età compresa tra i 18 mesi e i 7 anni residenti nella loro area di competenza la possibilità di frequentare la scuola dell'infanzia nel loro luogo di residenza, qualora lo vogliano i genitori³⁰. In Lituania la scuola dell'infanzia è frequentata da bambini tra i 3 e i 6 anni³¹. In Polonia l'educazione della prima infanzia si divide in 2 corsi per i bambini tra gli 0 e i 3 anni e per i bambini tra i 3 e i 6 anni.

In tutti questi paesi l'insegnamento delle scienze nella scuola dell'infanzia fa parte delle attività giornaliere (esperimenti, osservazione, manipolazione).

La tabella sottostante riporta l'età (in anni) degli alunni che frequentano la scuola primaria nei Paesi partner di SciLit:

²⁸ ALLEA, A renewal of science education in Europe, Views and action of national academic, (2012).

²⁹ "Poland – Pre-primary & Primary Education (Ultimo accesso il 14/09/2017).

<http://education.stateuniversity.com/pages/1212/Poland-PREPRIMARY-PRIMARY-EDUCATION.html>.

³⁰ Ministry of Education and Research; Alusharidus; Estonia; 2015

³¹ https://www.european-agency.org/sites/default/files/education_lithuania.pdf.

Tabella n°1. Età degli alunni della scuola primaria

Scuola primaria	6-11	6-12	7-16	7-11	7-15
-----------------	------	------	------	------	------

Gli allievi della scuola primaria imparano a leggere, scrivere e studiano una vasta gamma di discipline tra cui la matematica, la geografia e le scienze.

- In questo ciclo di studi, sono diverse le discipline che consentono di affrontare lo studio di concetti scientifici: scienze naturali;
- scienze umane, il cui studio consente agli studenti di sviluppare alcune competenze chiave come competenza matematica e competenze di base in scienze e tecnologia, competenze digitali ecc.

Ciascun Paese, come vedremo, propone dei programmi differenti.

Italia

In Italia il Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (MIUR) ha il compito di amministrare il sistema scolastico a livello nazionale. Il MIUR delega alcune funzioni amministrative agli Uffici Scolastici Regionali, che, a loro volta, si servono degli uffici territoriali provinciali. Il MIUR non prevede l'istituzione di uffici decentrati municipali, né enti autonomi per l'Alta Formazione³².

L'Italia si è dotata di un Sistema Nazionale di Valutazione tra il 2014 e il 2015, mediante l'introduzione di un'autovalutazione delle istituzioni scolastiche, che tiene conto anche i

³² Ministero dell'Istruzione, dell'Università, e della Ricerca, *The Italian Education System*, (2014). Disponibile all'indirizzo: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_img/eurydice/quaderno_eurydice_30_per_web.pdf.

dati relativi al rendimento degli studenti (i risultati delle prove INVALSI³³). A partire dall'anno scolastico 2015/16 l'autovalutazione è accompagnata da una valutazione esterna coordinata da un esaminatore. I nuclei di valutazione esterna mirano a valutare il 10% di tutte le scuole ogni anno. È possibile trovare online il rapporto di autovalutazione e i risultati del piano di miglioramento stilati per un ciclo valutativo di tre anni.

Spagna

In Spagna la gestione del sistema scolastico spetta a due enti principali:

- **l'autorità statale** ha l'incarico di proporre e implementare le politiche governative in materia di istruzione attraverso il segretariato di stato. Le competenze del Ministero in materia di didattica garantiscono l'omogeneità e l'unitarietà del sistema educativo.

- **le comunità autonome** si occupano delle modifiche legislative e della gestione del sistema d'istruzione a livello locale. Hanno potere esecutivo e amministrativo su materie che non attengono alla competenza del governo centrale fra cui la responsabilità amministrativa delle scuole, il servizio tecnico dell'ispettorato, la gestione del personale, la creazione, l'approvazione e lo sviluppo di progetti di ricerca sperimentali e la pianificazione dei programmi per la scuola primaria e secondaria inferiore³⁴.

³³ Ministero dell'Istruzione, dell'Università, e della Ricerca, *The Italian Education System*, (2014). Disponibile all'indirizzo: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_img/eurydice/quaderno_eurydice_30_per_web.pdf.

³⁴ Sistema Educativo Español. Panorama general (Eurypedia). <https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/eurydice/index>.

Estonia

In Estonia lo sviluppo e l'implementazione dei programmi nazionali spetta al Ministero dell'Istruzione e della Ricerca. Le attività di ricerca e sviluppo in Estonia sono finanziate dal bilancio dello Stato, dalle imprese, da paesi esteri e altri fondi.

Lituania

In Lituania il Ministero dell'Istruzione e della Scienza ha il compito di elaborare ed attuare le politiche nazionali nel campo dell'istruzione, della scienza e della ricerca. Si occupa, inoltre, della stesura e dell'approvazione dei piani didattici strategici, dei programmi annuali e dei loro contenuti nell'ambito dell'educazione formale (programmi generici e specialistici, istruzione, formazione e piani di studio)³⁵.

Polonia

In Polonia l'amministrazione del sistema scolastico riflette la suddivisione territoriale. Le autorità scolastiche regionali dipendono dagli organi amministrativi regionali e si occupano della supervisione pedagogica nelle scuole. Le autorità locali esercitano pubblici poteri. Il Ministero dell'Istruzione è responsabile dell'amministrazione del sistema scolastico, coordina e attua le politiche scolastiche a livello nazionale in collaborazione con le autorità regionali e gli altri enti responsabili della gestione del sistema scolastico³⁶.

php/Espa%C3%B1a:Administraci%C3%B3n_y_gobierno_a_nivel_central_y_regional#La_Administraci.C3.B3n_educativa_en_las_Comunidades_Aut.C3.B3nomas_.28Nivel_Regional.29.

³⁵ https://www.european-agency.org/sites/default/files/education_lithuania.pdf.

³⁶ Foundation for the Development of the Education

2.4 LA STRUTTURA DEI PROGRAMMI SCOLASTICI IN ITALIA, SPAGNA, ESTONIA, LITUANIA E POLONIA

In Italia, Spagna, Estonia, Lituania e Polonia lo studio delle discipline scientifiche fa parte dell'attività didattica quotidiana nella scuola dell'infanzia e in quella primaria. Gli esperimenti spingono i bambini a voler eccellere, a scoprire qualcosa di nuovo, stimolano la creatività, arricchiscono il loro lessico ed insegnano loro a collaborare e comunicare con gli altri per raggiungere un obiettivo comune. La capacità di osservare, manipolare, interagire e sperimentare permette di interagire col il mondo fisico e con la natura ricorrendo a concetti scientifici come la densità, il peso e l'energia.

Italia

In Italia il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca stabilisce gli obiettivi di apprendimento per gli alunni della scuola dell'infanzia e della scuola primaria.

I risultati di apprendimento rientrano nelle seguenti categorie:

- esplorare e descrivere oggetti e materiali;
- osservare e sperimentare sul campo;
- l'uomo, i viventi e l'ambiente.

Ciascun obiettivo di apprendimento prevede l'acquisizione di una vasta gamma di

System, Polish Eurydice Unit, *The System of Education in Poland, The System of Education in Poland*, Warsaw (2014) http://eurydice.org.pl/wp-content/uploads/2014/10/THE-SYSTEM_2014_www.pdf.

competenze da parte degli allievi³⁷. Scienze è una delle discipline previste dalle nuove linee guida per i 5 anni di scuola primaria insieme a italiano, inglese, storia, geografia, matematica, tecnologia, informatica, musica, arte e immagine ed educazione fisica. Secondo il Ministero dell'Istruzione l'insegnamento delle materie scientifiche invoglierebbe gli alunni a porre domande sui fenomeni e sulle cose, a pianificare gli esperimenti seguendo ipotesi sperimentali costruendo i loro modelli interpretativi senza limitazioni intellettuali. L'obiettivo primario è quello di realizzare esperienze concrete in spazi adeguati come i laboratori scolastici ma anche in ambienti naturali facili da raggiungere.

La tabella riportata qui sotto illustra gli obiettivi di apprendimento relativi allo studio delle scienze nella scuola primaria.

Spagna

In Spagna è previsto lo studio delle seguenti materie scientifiche: scienze naturali, scienze sociali e matematica, allo scopo di aiutare gli studenti a sviluppare diverse competenze fra cui competenza matematica, competenze di base in scienze e tecnologia, competenze digitali ecc.

La tabella soprastante (tabella 3) mostra alcune nozioni, metodi scientifici e corsi istituiti nelle scuole primarie spagnole³⁸.

Estonia

In Estonia, il programma nazionale per le scuole dell'infanzia stabilisce che i bambini formino le seguenti capacità "scientifiche": esprimere sorpresa, fare domande, fare dei confronti, concentrarsi e misurare, classificare e ricordare dati ed informazioni³⁹. Il curriculum generale prevede l'insegnamento delle seguenti discipline scientifiche: fisica, chimica, biologia e geografia.

Gli studenti più appassionati possono anche iscriversi ai club di scienze. In Estonia, i bambini cominciano a dedicarsi allo studio della fisica, della chimica e della biologia fra i 7 e 12 anni, mentre le lezioni di scienze naturali e geografia iniziano già dal primo anno.

³⁷ Cerini, P. Mazzoli, D. Previtali, M. R. Silvestro; Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*, 2012. Disponibile all'indirizzo: http://www.indicazioni-nazionali.it/documenti/Indicazioni_nazionali/indicazioni_nazionali_infanzia_primo_ciclo.pdf

³⁸ Currículo de la Educación Primaria en la Comunidad de Madrid. https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2014/07/25/BOCM-20140725-1.PDF.

³⁹ Kehittämiskeskus Opinkirjo, Eesti Teadusagentuur; Arenev teadushuviharidus. Õpime kogemustest; Estonia; 2015

Lituania

In Lituania, lo studio delle scienze naturali e sociali nella scuola primaria (dalla classe I alla IV) implica l'analisi di diversi macro-temi: la convivenza tra esseri umani, l'evoluzione umana, l'ambiente antropizzato, la salute e la sicurezza dell'uomo, gli uomini e la natura e gli uomini e i fenomeni naturali. L'insegnamento delle scienze nella scuola secondaria inferiore (dalla classe V alla X) mira ad aiutare gli studenti ad acquisire conoscenze e concetti fondamentali nel campo delle scienze naturali, nonché sviluppare capacità che li aiuteranno a comprendere il mondo che li circonda e ad adottare determinati valori e comportamenti. Il programma cerca di aiutare gli studenti a divenire cittadini responsabili, capaci di adottare uno stile di vita sano e di impegnarsi per i problemi connessi allo sviluppo sostenibile.

Nelle classi V e VI della scuola secondaria inferiore, l'insegnamento delle scienze costituisce una disciplina unica, mentre la geografia diventa una materia a sé stante solo a partire dalla sesta. Solo a partire dalla settima studenti possono seguire corsi separati di biologia, chimica e fisica.

Il programma di scienze si concentra sulla conoscenza, la comprensione, la capacità di risolvere problemi, l'acquisizione di competenze pratiche, la comunicazione scientifica e abilità nell'apprendimento scientifico⁴⁰.

Polonia

In Polonia le scienze costituiscono una disciplina obbligatoria nelle scuole di ogni ordine e grado. Dalla I alla III elementare lo studio delle scienze prevede il raggiungimento dei seguenti risultati di apprendimento: la capacità di condurre una ricerca (gli studenti osservano e conducono dei semplici esperimenti scientifici, li analizzano e formulano un ragionamento sulla base dei risultati), di fornire delle spiegazioni (gli studenti spiegano i fenomeni naturali legandoli alle stagioni), di ricordare dati e informazioni (gli studenti sanno dare un nome alle parti del corpo e agli organi interni degli esseri umani e delle altre specie animali) di servirsi di conoscenze pratiche (gli studenti conoscono le regole base di un'alimentazione sana e degli agenti che minacciano la sopravvivenza di alcune specie vegetali e animali e partecipano attivamente alle attività di protezione ambientale promosse nell'area in cui vivono). Dalla IV alla VI gli allievi si dedicano anche allo studio di una disciplina che prende il nome di "Natura" e prevede il raggiungimento di 5 obiettivi di apprendimento:

- stimolare la curiosità nei confronti del mondo naturale;
- imparare a rispettare la natura;
- formulare e verificare ipotesi sui fenomeni e i processi naturali;
- imparare ad osservare, effettuare delle misurazioni e compiere degli esperimenti;
- applicare le proprie conoscenze nel campo della natura.

I programmi ministeriali mettono in rilievo

secondary-grades/.

⁴⁰ TIMSS 2015ENCYCLOPEDIA, Ultimo accesso il (13/09/2017) [http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/countries/lithuania/the-science-curriculum-in-primary-and-lower-](http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/countries/lithuania/the-science-curriculum-in-primary-and-lower-secondary-grades/)

l'importanza dell'uso del metodo scientifico in classe (ad es. porre domande o portare avanti ipotesi, fare osservazioni e calcoli). Nella scuola secondaria inferiore (dalla classe

VII alla IX), lo studio delle scienze viene condotto mediante l'insegnamento di quattro discipline: geografia, biologia, chimica e fisica.

2.5 FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI IN ITALIA, SPAGNA, ESTONIA, LITUANIA E POLONIA

Nella scuola primaria e dell'infanzia la presenza di docenti motivati, preparati, attenti ai bisogni degli alunni, è un fattore indispensabile per poter garantire un'istruzione di qualità e avere un ambiente educativo confortevole, sicuro e ben organizzato che ottenga la fiducia dei genitori e della comunità. Gli aspiranti insegnanti devono formare e coltivare la loro capacità di ascoltare, accompagnare, interagire, mediare ed osservare gli alunni entrando nel loro "mondo", incoraggiando le loro scoperte, supportando e favorendo l'evoluzione del loro apprendimento verso forme di conoscenza sempre più autonome e consapevoli.

In Italia, Spagna, Estonia, Lituania e Polonia la formazione dei docenti segue dei dettami ben precisi, che illustreremo di seguito.

Italia

In Italia, chi aspira a divenire insegnante di scuola dell'infanzia e primaria deve frequentare un corso di laurea a numero chiuso che prende il nome di *Scienze della Formazione Primaria*.

Il percorso cambia, invece, per i docenti di scuola secondaria i quali devono essere in possesso di un diploma di laurea magistrale e frequentare un altro anno di Tirocinio Formativo Attivo (TFA), in base a quanto stabilito dal decreto n.249.

La durata complessiva del percorso formativo per questi insegnanti è, dunque, di 6 anni⁴¹.

Il corso di laurea in Scienze della Formazione Primaria prevede un numero consistente di ore di lezione dedicate alle scienze; ad esempio nel piano di studi proposto dall'Università di Bologna sono inserite materie scientifiche importanti come geometria, matematica di base, chimica, biologia e statistica cui viene attribuito un grande numero di crediti formativi⁴².

Nella scuola primaria e dell'infanzia la presenza di docenti motivati, preparati, attenti ai bisogni degli alunni, è un fattore indispensabile per poter garantire un'istruzione di qualità e avere un ambiente educativo confortevole, sicuro e ben organizzato che ottenga la fiducia dei genitori e della comunità. Gli aspiranti insegnanti devono formare e coltivare la loro capacità di ascoltare, accompagnare, interagire, mediare ed osservare gli alunni entrando nel loro "mondo", incoraggiando le loro scoperte, supportando e favorendo l'evoluzione del loro apprendimento verso forme di conoscenza

⁴¹G. Putsai, A. Engler; Center for Higher Education Research and Development, *Teacher Education Case Studies in Comparative Perspective*; Debrecen, (2014). Disponibile all'indirizzo: http://real.mtak.hu/15409/1/volume_teacher_education.pdf.

⁴² Il piano di studi del corso in Scienze della Formazione dell'università di Bologna è molto simile a quello predisposto da altre università italiane. Università degli Studi di Bologna; Scienze della Formazione Primaria, LMCU per Matricole 2017/'18, (Ultimo accesso il 12/09/17). Disponibile all'indirizzo: <http://corsi.unibo.it/laurea/scienzeformazioneprimaria/Pagine/PianiDidattici.aspx?CodCorso=8540&AnnoAccademico=2017&Orientamento=000&Indirizzo=000&Progressivo=2017>.

sempre più autonome e consapevoli⁴³. Gli insegnanti sono liberi di scegliere il loro metodo di insegnamento. Tuttavia, le linee guida nazionali per la formazione degli insegnanti stabiliscono alcuni criteri generali per l'organizzazione dell'ambiente didattico

Spagna

Gli aspiranti insegnanti devono ottenere un titolo universitario e frequentare corsi specialistici di pedagogia. I titoli universitari necessari per accedere all'insegnamento sono la laurea in Educazione dell'Infanzia (per insegnare a bambini di età compresa fra gli 0 e i 6 anni) e la laurea in Educazione Primaria. Il Ministero dell'Istruzione decide i titoli universitari che abilitano allo svolgimento della professione di insegnante e stabilisce gli insegnamenti e le discipline da inserire nel piano di studi di questi corsi. Le università operano sotto la direzione dei governi delle Comunità Autonome, che possono scegliere di modificare o inserire delle altre discipline nei programmi di studio destinati ai futuri insegnanti, tenendo conto dei requisiti minimi del Ministero dell'Istruzione²⁵.

Sono quattro le università spagnole che hanno una facoltà di Scienze dell'Educazione che offrono programmi differenziati: Universidad Complutense de Madrid (UCM); Universidad Autónoma de Barcelona (UAB); Universidad Pública de Navarra (UPNA) e Universidad de Oviedo (UNIOVI). Alcune di queste facoltà prevedono lo studio solo teorico delle scienze sociali e naturali, mentre altre promuovono

un approccio più pratico mediante il ricorso a lezioni laboratoriali (laboratorio di scienze fisico-chimiche)⁴⁴.

Estonia

In Estonia la formazione degli insegnanti è affidata agli istituti universitari e si basa sui curricula integrati dei corsi di laurea triennale e magistrale. La formazione dei docenti universitari avviene, invece, attraverso un corso di laurea magistrale, studi di dottorato o corsi di aggiornamento professionale. Per accedere a tali percorsi formativi è necessario disporre di un diploma di scuola secondaria o titolo straniero equipollente. Inoltre, per poter insegnare o intraprendere una professione specifica è necessario completare il ciclo di studi universitario. Infine, tutti coloro che aspirano a svolgere la professione di insegnante sono chiamati a superare un test di idoneità professionale⁴⁵. I futuri insegnanti estoni possono anche frequentare il corso di laurea in Scienze dell'Educazione dell'università di Tallinn; qui lo studio delle scienze si basa su materie come: matematica, sanità, didattica della scienza e studio della natura²⁸.

Lituania

In Lituania, la formazione dei docenti della scuola dell'infanzia e primaria ha luogo negli istituti universitari nei corsi offerti presso l'Università di Vilnius, l'Università Pedagogica di Vilnius, l'università pedagogica di Šiauliai, l'Università

⁴³ G. Cerini, P. Mazzoli, D. Previtali, M. R. Silvestro; Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione, (2012).

⁴⁴ Formación Inicial del Profesorado. Ministerio de Educación. <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/areas-educacion/profesorado/no-universitarios/formacion/formacion-inicial.html>.

⁴⁵ Ministry of Education and Science; *Koolitus-ja arendustegevus*; Estonia; (2016) http://ois.tlu.ee/pls/portal/ois2.ois_public.main.

Vytautas Magnus (a Kaunas) e l'Università di Klaipėda. Qui i futuri insegnanti studiano l'algebra, elementi di statistica, matematica, geometria e scienze sanitarie⁴⁶. Corsi di studio quadriennali sono offerti in altri istituti di Alta Formazione. La laurea magistrale permette di insegnare nei licei e negli istituti superiori. Sono ammessi a questo corso di studi tutti coloro che abbiano ottenuto una laurea triennale ed abbiano maturato un anno di esperienza nel campo dell'insegnamento. Alcune università hanno predisposto dei programmi integrati che abilitano direttamente all'insegnamento, altre offrono corsi abilitanti di durata annuale al termine del regolare corso di studi⁴⁷.

Polonia

In Polonia la formazione dei docenti è affidata a due diverse istituzioni del sistema educativo:

- 1) le università che offrono corsi di laurea di primo e di secondo livello, corsi quinquennali, corsi post-laurea integrativi.
- 2) gli istituti superiori (fino al 2015) che offrono dei corsi specifici una volta conseguito il diploma (ora in via di esaurimento), e corsi di formazione per i docenti di lingue straniere.

Gli istituti scolastici operano sia nel settore dell'istruzione pubblica che dell'istruzione privata. La formazione dei docenti in Polonia è organizzata seguendo due modelli. Gli aspiranti docenti possono, infatti, scegliere di specializzarsi nell'insegnamento pur studiando

altre discipline, ciò significa che possono inserire delle attività volte ad approfondire lo studio della pedagogia all'interno dei loro piani di studio, ed ottenere l'abilitazione all'insegnamento dopo aver completato un corso post laurea o un corso di abilitazione. In alternativa, possono seguire un corso di laurea specifico in scienze della formazione.

Gli standard per la formazione dei docenti sono esposti nel regolamento del Ministero della Scienza e dell'università del 2012. La formazione dei docenti consiste nella preparazione in una specifica materia (biologia, matematica, ecc.) e in corsi di pedagogia (metodi di insegnamento, psicologia, pedagogia). Secondo il regolamento sopracitato, i docenti della scuola dell'infanzia e di quella primaria devono prima ottenere una laurea triennale, mentre gli insegnanti di scuola secondaria di primo grado e superiore e delle scuole professionali devono essere in possesso di una laurea magistrale o di un titolo equivalente⁴⁸. Presso la facoltà di Scienze dell'Educazione dell'Università di Varsavia, i futuri insegnanti studiano diverse materie scientifiche come scienze e tecnologia per insegnanti, matematica per insegnanti, metodi e tecniche per l'insegnamento della matematica e delle scienze naturali⁴⁹. Anche nella Facoltà di Scienze dell'Educazione dell'Università Maria Curie-Skłodowska di Lublino si studiano materie scientifiche, come pedagogia e didattica, matematica, scienze naturali e sociali⁵⁰.

⁴⁶ Tutti i piani di studi dei corsi in Scienze della formazione si concentrano sulle medesime materie scientifiche.

⁴⁷ <http://www.euroeducation.net/prof/lithuaco.htm>.

⁴⁸ Foundation for the Development of the Education System, Polish Eurydice Unit, *The System of Education in Poland*, Warsaw (2014) http://eurydice.org.pl/wp-content/uploads/2014/10/THE-SYSTEM_2014_www.pdf.

⁴⁹ <http://informatorects.uw.edu.pl/en/programmes-all/PEMD/NZ1-PEMD/>

⁵⁰ Sebbene gli studenti universitari non costituissero uno dei gruppi target del progetto SciLit, abbiamo comunque deciso di riportare nel presente rapporto anche informazioni sui

2.6 LE DONNE E L'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE IN ITALIA, SPAGNA, LITUANIA, ESTONIA E POLONIA

Una maggiore presenza femminile nel mondo della scienza e della tecnologia è essenziale non solo per raggiungere l'eccellenza nel campo della ricerca, ma anche per favorire lo sviluppo economico della società. Per questo dobbiamo lavorare sodo per correggere lo squilibrio provocato da una minore presenza delle donne in ambito scientifico. Le donne devono produrre e divulgare la ricerca scientifica non solo a vantaggio della loro carriera ma anche della società. Il documento di visione strategica per lo Spazio Europeo della Ricerca stilato del 2010 pone l'obiettivo del pieno raggiungimento della piena parità e dell'equilibrio di genere nel settore scientifico entro il 2030 al fine di superare la segregazione orizzontale e verticale oggi predominante nel settore scientifico europeo.

In Europa vi sono diverse campagne rivolte alle donne, come *European Girls in STEM* uno studio commissionato dalla Microsoft e dal Prof. Martin W. Bauer del Dipartimento di Scienze Psicologiche e Comportamentali della London School of Economics (LSE). È il primo studio esaustivo sulle donne nei corsi di studio STEM. Sono state intervistate 11.000 giovani donne tra gli 11 e i 30 anni provenienti da 12 paesi europei: Belgio, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Italia, Paesi Bassi, Polonia, Repubblica Ceca, Regno Unito,

Russia Slovacchia. Nei paragrafi successivo analizzeremo la partecipazione delle donne all'insegnamento delle scienze in Italia, Spagna, Estonia, Lituania e Polonia.

Italia

Secondo lo studio *European Girls in STEM*, solo il 12,6% delle studentesse universitarie italiane frequenta corsi di studio STEM. Tuttavia, i presupposti suggerirebbero un esito differente. Il 42,1% delle studentesse italiane afferma di essere interessata alla matematica e il 41,7% sostiene di saperci fare coi numeri, contro la media europea del 37,6%. Mentre il 49,2% delle europee dichiara di avere delle buone competenze informatiche, il 42,2% necessita di sostegno. In ogni caso, il 59% delle ragazze italiane pensa di poter raggiungere risultati eccellenti nei corsi di studio STEM e più del 60% non ha paura di essere etichettata come *nerd* qualora si iscrivesse a una facoltà scientifica. Più specificamente, il 66,1% delle ragazze italiane intervistate (rispetto alla media europea del 59%) afferma che si sentirebbero più sollevate sapendo di ricevere il medesimo trattamento degli uomini una volta entrate nel mondo del lavoro. Anche se vi sono diversi esempi di donne italiane che hanno contribuito a rivoluzionare il mondo della scienza (Rita Levi Montalcini, Margherita Hack, Samantha Cristoforetti, Elena Cattaneo, Fabiola Gianotti, ecc.) uno dei maggiori ostacoli per le ragazze che scelgono di intraprendere una carriera nel campo scientifico è la mancanza di modelli femminili di riferimento. Un problema riscontrato solo in Italia sono le cosiddette "pressioni esterne da parte di gruppi di pari".

Ovvero se una ragazza è interessata alle studio delle materie scientifiche, ma il suo gruppo di

percorsi formativi degli insegnanti al fine di fornire una panoramica più dettagliata ed esaustiva sulle competenze dei docenti.

amici non lo è, anche lei tenderà a perdere interesse. In tal senso le donne sono le principali nemiche di loro stesse. Costituisce un problema, inoltre, l'eccessiva attenzione posta sullo studio nozionistico delle materie scientifiche rispetto alla possibilità di dedicarsi all'osservazione e agli esperimenti a scuola. La pratica infatti è un elemento fondamentale per stimolare la passione per la scienza.

Spagna

Il sistema legislativo spagnolo ha piano piano accolto un numero significativo di raccomandazioni applicate in Europa e negli Stati Uniti. La legge sull'uguaglianza del 2007, la legge sull'Università (LOMLOU) del 2007 e la legge sulla scienza, la tecnologia e l'innovazione (*Capitolo 3 del "Libro Blanco. Situación de las Mujeres en la Ciencia Española"*, Libro Bianco sulla situazione delle donne nella Scienza in Spagna) mirano a promuovere degli interventi specifici volti a eliminare ostacoli e pregiudizi e ridurre lo spreco di capitale umano altamente qualificato⁵¹.

La Legge sulla Scienza, la Tecnologia e l'Innovazione mira ad attuare azioni specifiche nei seguenti sei campi:

1. La composizione degli organi, dei consigli e dei comitati regolamentati da questa legge e gli organi di valutazione e di selezione nel Sistema Scientifico e Tecnologico
2. La Strategia Spagnola nel campo della Scienza e della Tecnologia ed il Piano Statale per la ricerca scientifica e l'innovazione tecnologica promuoveranno l'inserimento della prospettiva di genere in ogni progetto di ricerca e sviluppo, in modo che venga tenuta in considerazione in tutte le fasi del processo, dall'individuazione delle aree prioritarie, alla problematizzazione, ai modelli teorici e esplicativi, alla raccolta e interpretazione dei dati, alle conclusioni, alle applicazioni e agli sviluppi tecnologici fino alle proposte per gli studi futuri. Ciò favorirà, inoltre, gli studi di genere e incentiverà misure specifiche per far sì che le donne partecipino ai gruppi di ricerca e ottengano pieno riconoscimento per il loro lavoro.
3. Il sistema informatico per la scienza, l'innovazione e la tecnologia raccoglierà, gestirà e divulgherà tutti i dati divisi per sesso, includendo anche indicatori di presenza e di produttività.
4. Secondo quanto stabilito dal capitolo del *Libro Blanco. Situación de las Mujeres en la Ciencia Española* (Libro Bianco sulla Situazione delle Donne nella Scienza in Spagna) le procedure di selezione dei ricercatori e di valutazione per le Università pubbliche e per gli 11 centri di ricerca sotto la giurisdizione statale, nonché l'iter per l'assegnazione dei finanziamenti conferiti

⁵¹ Sánchez de Madariaga, I., de la Rica, S. and J. J. Dolado (coord.): *White Paper on the Situation of Women in Science in Spain*. Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación, Madrid (2012). Disponibile all'indirizzo: http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Ministerio/FICHEROS/UMYC/WhitePaper_Interactive.pdf.

dalle agenzie deputate dovranno seguire dei meccanismi atti ad eliminare la disuguaglianza di genere che prevadano, ove possibile, dei sistemi di valutazione anonimi allo scopo di evitare che il valutatore conosca le caratteristiche personali del candidato, soprattutto per quanto concerne il genere e il *background* etnico.

5. La strategia nazionale per l'innovazione promuoverà l'inserimento della prospettiva di genere come categoria trasversale a tutte le aree di sviluppo.
6. Gli enti pubblici di ricerca adotteranno i Piani per la parità entro un massimo di due anni dalla pubblicazione della legge. L'implementazione di tali piani sarà monitorata annualmente. Questi dovranno includere incentivi per i centri affinché migliorino i loro indicatori di genere.

Estonia

In Estonia il sistema d'istruzione presenta delle chiare differenze di genere. Le donne vanno a scuola per più tempo e raggiungono livelli di istruzione più elevati degli uomini che tendono a concludere prima la loro carriera scolastica e sono meno propensi a ottenere titoli di studio superiore. Uomini e donne operano in diversi ambiti e tale tendenza appare stabile. Le donne, ad esempio, sono molto presenti come professioniste nel settore dell'istruzione, in cui predominano ad ogni livello, fatta eccezione per il ciclo universitario. Meno ragazzi vengono ammessi all'università perché non riescono a competere con le ragazze. Nel 2012 sono state ammesse 130 ragazze contro 100

ragazzi.

Le donne costituiscono il 58% dei laureati. Tale sproporzione è certamente dovuta alla predominanza di corsi di studio per cui le donne sono portate. Ad esempio, le donne costituiscono la maggioranza degli iscritti in cinque ambiti di studio su otto nei corsi di laurea di primo livello: fra cui quelli relativi all'istruzione, alla sanità e alle discipline umanistiche. I ragazzi prevalgono nello studio delle scienze naturali ed esatte (specialmente nel settore informatico) e nei servizi. È una tendenza comune negli Stati membri dell'UE⁵².

Secondo l'articolo 12 della Costituzione estone, tutti i cittadini sono uguali davanti alla legge e nessuno può essere discriminato sulla base della sua nazionalità, razza, colore della pelle o sesso, lingua, origine, religione, opinioni politiche o di qualsiasi altra natura, proprietà, status sociale.

In base a quanto previsto dalla rettifica alla legge sugli incarichi di governo del 2000, è al Ministero degli Affari Sociali che spetta il compito di promuovere l'uguaglianza di genere, coordinando il lavoro e abbozzando la stesura degli atti giuridici in questo senso. Nel 1996 è stato istituito un Ufficio per l'uguaglianza di genere presso Ministero degli Affari Sociali (ribattezzato Dipartimento per l'uguaglianza di genere nel 2000). Nel 2004 in Estonia è stata promulgata una legge sull'uguaglianza di genere che proibisce la discriminazione sessuale e obbliga gli enti pubblici e gli impiegati a promuovere l'uguaglianza di genere.

⁵² Ultimo accesso il 14/09/2017)
<http://www.wikigender.org/countries/europe-and-central-asia/gender-equality-in-estonia/>.

Lituania

Di seguito presentiamo le principali misure intraprese in Lituania al fine di incoraggiare le donne a partecipare attivamente alle attività scientifiche: stimolare le giovani donne a intraprendere la carriera scientifica; incoraggiare le donne a ottenere i titoli scientifici più prestigiosi al fine di poter produrre una ricerca scientifica di qualità che garantisca il raggiungimento di risultati migliori; esortare le donne ad occupare delle posizioni di potere all'interno degli organi che guidano la ricerca scientifica; informare l'opinione pubblica riguardo alla situazione delle donne nella scienza. Gli strumenti principali per trasformare in realtà queste azioni sono di tipo organizzativo e finanziario.

Strumenti organizzativi

In molte istituzioni scientifiche e istituti di Alta Formazione lituani non è ancora stato messo a punto un meccanismo meritocratico adeguato che permetta di accedere alla professione scientifica. Tuttavia, il governo implementerà, nell'immediato futuro, delle azioni volte a regolare i requisiti minimi per l'abilitazione all'insegnamento e l'accesso alla professione di ricercatore nelle università e negli istituti di ricerca statali, nonché a organizzare dei concorsi per il mantenimento del proprio incarico, a conferire certificati e titoli scientifico-pedagogici nei licei.

Tali provvedimenti consentirebbero di attuare i principi delle pari opportunità all'interno delle istituzioni scientifiche e delle università. Le leggi della repubblica lituana forniscono ulteriori garanzie per le donne che devono sospendere le loro attività lavorative in seguito alla nascita o alla cura dei figli. Tali meccanismi consentono alle

donne di mantenere il loro posto di lavoro e offrono loro l'opportunità di studiare e di migliorare le loro qualifiche.

In Lituania esistono 63 istituti scientifici e di alta formazione (29 istituti scientifici statali, 15 scuole superiori statali e 4 scuole superiori private, 15 istituti scientifici statali). Sono solo 4 le donne a capo di tali istituzioni. Il Consiglio Lituano per la Scienza conta 23 membri, 2 dei quali sono donne. Sebbene la percentuale complessiva di scienziate sia pari al 45% e in alcuni istituti scientifici e università, a seconda del settore scientifico, varia dal 10% al 75%, sono poche donne a ricoprire posizioni di rilievo all'interno degli organi direttivi degli istituti di ricerca.

Incentivi finanziari

Gli scienziati lituani possono concorrere per ottenere i seguenti sussidi statali: la borsa di studio statale per giovani scienziati, concessa ai giovani scienziati fino a 35 anni; la massima borsa di studio statale, concessa a scienziati di spicco; la borsa di studio concessa dal governo lituano statale per l'università e la ricerca, a singoli e a gruppi di scienziati per progetti di ricerca e pubblicazioni scientifiche; il sussidio per studi e progetti di ricerca all'estero (che copre spese di viaggio, indennità giornaliera, borse di studio) in base agli accordi di cooperazione stipulati nel settore scientifico e nel campo dell'istruzione superiore, forniti dal Dipartimento dell'Università e delle Scienze del Ministero dell'istruzione e della scienza. Attualmente il governo lituano non è in grado di istituire borse di studio supplementari per le donne. Tuttavia, solo il 25% dei partecipanti ai concorsi per ottenere le borse di studio summenzionate è costituito da donne. Per sfruttare appieno tutte le opportunità

esistenti, il piano di pari opportunità del programma lituano per il progresso delle donne (2001-2005), di cui sopra, prevede la presentazione alle istituzioni scientifiche e alle università di informazioni supplementari sul rapporto uomini/donne nei concorsi e incoraggia gli organi amministrativi di tali istituti ad indurre le donne ricercatrici a presentare la loro candidatura alle borse di studio summenzionate e a conseguire migliori risultati scientifici⁵³.

Polonia

Secondo l'agenzia di stampa polacca, il 69% delle donne ritiene di essere discriminata. Non sappiamo fino a che punto quest'opinione sia condivisa dalle donne che operano nel settore scientifico in quanto non sono stati condotti degli studi sull'argomento e le ricercatrici di successo che potrebbero affrontare il problema in modo competente sono troppo prese da altro per occuparsi del problema. Tuttavia, i dati statistici indicano che l'uguaglianza formale delle donne nel campo scientifico non si riflette pienamente nella loro carriera accademica. Le disparità tra uomini e donne che scelgono di intraprendere la carriera scientifica sono meno evidenti rispetto alla possibilità di queste ultime di ricoprire delle posizioni di rilievo all'interno delle istituzioni e, dunque, di plasmare il futuro della scienza. Nel Paese, infatti, è in atto una vera e propria ghettizzazione. Tale fenomeno è di estrema

importanza e sembra essere sempre più evidente. Ad esempio, sono solo 4 le donne su un totale di 60 rappresentanti (6,6%) elette nel Comitato Statale per la Ricerca Scientifica, organo amministrativo supremo incaricato di gettare le basi delle politiche scientifiche nazionali, stabilito con la Legge del 12 gennaio 1991. Nell'Accademia delle Scienze Polacca, un altro importante organismo consultivo nel campo della ricerca scientifica, le donne sono solo 9 su un totale di 328 membri; in Parlamento (38,7 milioni di abitanti) siedono solo 2 deputate (2,7%); nel consiglio di direzione dell'Accademia troviamo 1 donna su 31 membri (3,2%)⁵⁴. Secondo la nuova Costituzione adottata nel 1997, il governo polacco garantisce la parità di diritti tra donne e uomini in ogni circostanza. In particolare, l'articolo 33 della Costituzione stabilisce che "gli uomini e le donne hanno uguali diritti (...) in materia di istruzione, lavoro e promozione. Essi hanno diritto di ricevere la medesima retribuzione qualora svolgano le stesse mansioni e a godere delle garanzie del sistema di welfare. Essi, inoltre, possono ricoprire cariche pubbliche e ricevere onorificenze"⁵⁵.

2.2.7.1 IL RAPPORTO PISA

Il Programma per la valutazione internazionale dello studente (PISA)⁵⁶ è un'indagine triennale che valuta il livello di istruzione e di

⁵³ Group on Women and Science, *WOMEN AND SCIENCE: Review of the situation in Lithuania*, Helsinki, (2000) disponibile all'indirizzo cordis.europa.eu/pub/improving/docs/women_national_report_lithuania.pdf.

⁵⁴ ³⁷ Helsinki group on *Women and Science* November 2001. Disponibile all'indirizzo: http://cordis.europa.eu/pub/improving/docs/women_national_report_poland.pdf

⁵⁵ Directorate General for Internal Policies, *The Policy on Gender Equality in Poland*, (2011). Disponibile all'indirizzo: <http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201107/20110725ATT24649/20110725ATT24649EN.pdf>

⁵⁶ <http://www.oecd.org/pisa/> (Ultimo accesso il 12/07/2017).

acquisizione delle competenze e delle conoscenze chiave apprese durante il periodo della scolarità obbligatoria da parte degli allievi che abbiano compiuto i 15 anni di età. I dati PISA si riferiscono a studenti dai 15 anni in su e quindi di età superiore agli allievi che costituiscono il gruppo target del progetto SciLit. In ogni caso, questi dati sono utili per fornire una visione d'insieme più completa dell'analisi condotta finora. La valutazione determina non solo che gli studenti riescano ad applicare le nozioni imparate, ma esamina anche la loro capacità di servirsi delle loro conoscenze per applicarle in situazioni diverse, sia dentro che fuori l'ambito scolastico. Tale approccio riflette la tendenza delle economie moderne a premiare gli individui non per quello che sanno, ma per quello che sanno fare servendosi delle loro conoscenze.

Questi dati aiutano a comprendere meglio il funzionamento delle politiche e dei sistemi scolastici, e aiutano a monitorare i *trend* relativi all'acquisizione di conoscenze e competenze da parte degli studenti nei diversi Paesi e nei diversi sottogruppi demografici. Queste scoperte permettono ai decisori politici di tutto il mondo di misurare le conoscenze e le abilità degli studenti del loro paese confrontando i loro risultati con quelli degli studenti dei Paesi OCSE. Consente, inoltre, di ideare delle strategie mirate sulla base dei traguardi raggiunti da altri sistemi scolastici e di imparare dalle politiche e dalle pratiche utilizzate altrove. Dai rapporti PISA per l'Italia, la Spagna, l'Estonia e la Polonia emergono dei dati interessanti.

In Italia gli studenti hanno ottenuto in media

un punteggio di 481 punti nelle materie scientifiche. Ciò significa che la performance degli studenti italiani è al di sotto della media OCSE e al livello di quella offerta dagli studenti croati, ungheresi e russi. Il punteggio dei quindicenni italiani è di 50 punti inferiore rispetto a quello ottenuto dagli studenti estoni, giapponesi e di Singapore, e tra i 10 e i 40 punti in meno rispetto ai risultati riportati dagli studenti austriaci, francesi, tedeschi, portoghesi, sloveni e svizzeri. Qui solo il 3% degli studenti non ha l'obbligo di frequentare delle lezioni di scienze. Inoltre, i dirigenti scolastici in Italia affermano che il dipartimento di scienze è ben attrezzato e dotato di personale qualificato, a differenza di quanto affermano la maggior parte dei dirigenti scolastici negli altri paesi OCSE. Inoltre, l'81% dei dirigenti scolastici italiani ha affermato che il materiale usato per le attività pratiche scientifiche è in ottimo stato, una percentuale in linea con la media degli altri paesi OCSE⁵⁷.

In Spagna i risultati nei test di matematica e letteratura restano al di sotto della media OCSE nonostante siano aumentati del 35% i finanziamenti scolastici dal 2003 e siano stati profusi molti sforzi a livello nazionale e regionale⁵⁸.

⁵⁷ Programme for International Student Assessment. Results from Pisa, Country Note Italy (2015), (Ultimo accesso il 12/07/2017).
Disponibile all'indirizzo:
<https://www.oecd.org/pisa/PISA2015-Students-Well-being-Country-note-Italy-Italian.pdf>.

⁵⁸ Programme for International Student Assessment and to access the full set of PISA 2012 (Ultimo accesso il 14/09/2017)
<https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-spain.pdf>.

Gli studenti estoni sono i primi in Europa e i terzi nel mondo dopo Singapore e il Giappone con una media di 534 punti (la media OCSE è di 493). Più del 90% degli studenti estoni ha almeno un livello base di conoscenza in tutte le materie scientifiche come la biologia, la geografia, la fisica e la chimica. L'Estonia è il Paese europeo con il minor numero di studenti le cui competenze sono al di sotto del livello base. Non vi sono differenze rilevanti tra ragazzi e ragazze per quanto attiene alle competenze in ambito scientifico⁵⁹.

La Spagna si posiziona al di sotto della media anche per la capacità di lettura: 488 punti, tra la 27esima e la 35esima posizione in classifica. I risultati ottenuti nelle prove sulla capacità di lettura rimangono invariati dal 2000 (il punteggio è sceso da 493 a 488 punti, un cambiamento non significativo). La Germania, il Liechtenstein, la Polonia e la Svizzera hanno ottenuto nel 2000 un punteggio più basso della Spagna e nel 2012 un punteggio più alto. Israele, Lettonia e Portogallo hanno ottenuto un punteggio peggiore della Spagna nel 2000 e lo stesso punteggio nel 2012. La Spagna si posiziona poco al di sotto della media per quanto riguarda le prove sull'alfabetizzazione scientifica: 496 punti, tra la 26esima e la 33esima posizione in classifica. I risultati nelle materie scientifiche sono stabili dal 2006, con un leggero ma non significativo miglioramento da 488 a 496 punti.

In Polonia recenti riforme hanno portato a un rapido miglioramento dei risultati scolastici. Il Paese rimane al di sopra della media OCSE nel rapporto PISA 2012, con punteggi in netto miglioramento in matematica, lettura e scienze. L'influenza delle condizioni socioeconomiche di partenza degli studenti sui risultati dei test di matematica rientra nella media OCSE. Il numero di iscrizioni nella scuola della prima infanzia è al di sotto della media OCSE, con un aumento relativo ai bambini più grandi. Il 52% dei bambini di 3 anni e l'86% dei bambini di 6 anni frequentano la scuola dell'infanzia (rispetto alla media OCSE del 74% per i bambini di 3 anni e il 97% per i bambini di 6 anni)⁶⁰.

La Polonia ha ottenuto un punteggio al di sopra della media in matematica, lettura e scienze nell'indagine PISA 2012. I risultati relativi ai test di lettura, matematica e scienze migliorano ad ogni ciclo PISA. L'influenza delle condizioni socioeconomiche sui risultati degli studenti nei test di matematica (16,6%) rientra nella media OCSE (14,8%). I risultati ottenuti dagli adulti (16-65 anni) sono, invece, al di sotto di quelli riportati dai cittadini dei Paesi OCSE che hanno partecipato all'indagine sulle competenze degli adulti del 2013, mentre i più giovani (16-24 anni) sono in linea con media OCSE per quanto riguarda le capacità aritmetiche e sopra la media OCSE per quanto riguarda quelle di lettura.

2.8 CONCLUSIONI

⁵⁹ Programme for International student Assessment; Results from Pisa, Country Note Estonia (2015). (Ultimo accesso il 05/09/2017). Disponibile all'indirizzo: https://www.hm.ee/sites/default/files/pisa_2016_booklet_eng.pdf.

⁶⁰ OECD, *Education Policy Outlook: Poland*, (2015) Available online: www.oecd.org/education/policyoutlook.htm.

Per citare J. Osborne e J. Dillon, autori di *Science Education in Europe: Critical Reflections* (L'Educazione Scientifica in Europa: Riflessioni Critiche): "La scienza è parte integrante del patrimonio culturale europeo. Ci aiuta a spiegare i fenomeni del mondo naturale. Inoltre, conoscere metodi e processi scientifici è essenziale per comprendere molte delle questioni che la società contemporanea si trova ad affrontare⁶¹".

Questo capitolo ci è servito per comprendere l'importanza attribuita al miglioramento dell'educazione scientifica da parte di diversi Paesi europei a partire dalla fine degli anni '90, e per analizzare i progetti e programmi creati da allora⁶².

Il loro compito principale è stato quello di promuovere lo studio delle scienze e di diffondere un'immagine positiva di tali discipline, sensibilizzando l'opinione pubblica. A tal fine sono state adottate molte misure a partire dai primi cicli di istruzione allo scopo di suscitare l'interesse degli studenti nei confronti della scienza. Tra queste misure vi sono: l'attuazione di riforme dei programmi scolastici, la creazione di partenariati tra scuole e aziende e tra scienziati e centri di ricerca, l'avviamento di progetti di aggiornamento professionale.

Questa breve rassegna, inoltre, dimostra la sostanziale vicinanza dei quadri normativi e dei programmi dei paesi partner di SciLit per quanto attiene all'alfabetizzazione scientifica nella scuola primaria e dell'infanzia. Essi promuovono delle politiche a livello sia nazionale sia regionale, sebbene esse siano - di fatto - implementate in maniera decentrata; dispongono di linee guida nazionali per la formazione dei docenti e le loro università offrono dei corsi rivolti ai futuri docenti che prevedono l'insegnamento delle materie scientifiche. Per quanto concerne la partecipazione delle donne all'insegnamento delle discipline scientifiche i dati non sono positivi. Nell'insegnamento delle scienze il genere maschile continua a prevalere nonostante le misure adottate a livello nazionale ed europeo per favorire la partecipazione femminile.

Le strategie adottate per migliorare alcune componenti del sistema d'istruzione possono variare in maniera significativa. Esse comprendono programmi strategici generali che interessano tutti i gradi di istruzione (dalla scuola dell'infanzia all'istruzione universitaria) oppure progetti che si concentrano su settori specifici. Anche se sono già stati ottenuti diversi risultati la strada è ancora lunga. Bisogna continuare a lavorare a livello nazionale ed europeo su politiche comuni al fine di migliorare le strategie implementate e creare nuove pratiche per l'apprendimento delle scienze.

⁶¹ J. Osborne, J. Dillon, Nuffield Foundation, *Science Education in Europe: Critical Reflections*, London (2008). Disponibile all'indirizzo http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf.

⁶² European Commission; *Science Education in Europe National Policies practices and research*, Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, (2011).

ool: a proposal of a new methodology

TERZA PARTE

**UNA PROPOSTA PER
MIGLIORARE
L'ALFABETIZZAZIONE
SCIENTIFICA
NELL'EDUCAZIONE DELLA
PRIMA INFANZIA**



3 UNA PROPOSTA PER MIGLIORARE L'ALFABETIZZAZIONE SCIENTIFICA NELL'EDUCAZIONE DELLA PRIMA INFANZIA

3.1 EXCURSUS STORICO

L'obiettivo di questo capitolo è riflettere sull'evoluzione del concetto di *alfabetizzazione scientifica* nella società dalla metà del XX secolo ad oggi. Il significato di tale espressione ha, infatti, subito diversi cambiamenti che possono essere sintetizzati in tre periodi: il primo caratterizzato dall'individuazione di standard di riferimento, il secondo periodo incentrato sull'analisi della Natura della Ricerca Scientifica (NSR: *Nature of the Scientific Research*) e infine un terzo periodo dedicato alla cosiddetta Visione sulla Natura della Scienza (VNOS, *Vision of the Nature of Science*).

Allo stesso tempo la questione dell'abbattimento delle barriere che impediscono alle donne di accedere alla carriera scientifica dovrebbe godere della medesima attenzione dell'alfabetizzazione scientifica secondo le linee guida del programma europeo H2020.

Potremmo definire romantico il periodo che va dalla fine della seconda guerra mondiale fino al 1957 (data del lancio dello Sputnik). In quel periodo, il ceto medio iniziò ad interessarsi a una visione scientifica del mondo grazie all'influenza di importanti ricercatori

come Thomas Huxley, Charles Lyell, Michael Faraday e John Tindall. In questa fase, si riteneva che la bellezza, la creatività e l'indipendenza critica data dalla scienza costituissero i principali vantaggi per gli studenti che decidevano di dedicarsi a tali discipline. Tali riflessioni hanno fatto sì che lo studio delle scienze entrasse di diritto nei programmi didattici ufficiali. Nel 1957 il mondo era nel bel mezzo della Guerra Fredda, la popolazione era ancora sbalordita dalle scoperte scientifiche e dal progresso tecnologico direttamente connesso alla seconda guerra mondiale. Le potenze occidentali erano certe della propria forza e tale sicurezza si rifletteva anche nella fiducia nei confronti dei sistemi scolastici dei Paesi al di qua della Cortina di Ferro. È in questo clima, che il 4 ottobre 1957 l'Unione Sovietica lanciò nello spazio il primo satellite della storia creato dall'uomo, stupendo il resto del mondo. Tale evento provocò (soprattutto negli Stati Uniti) una reazione di shock, capace di intaccare il senso di sicurezza e di superiorità tecnologica e scientifica menzionato poco prima.

Lo Sputnik rappresentava una vera minaccia che doveva essere annientata. Per fare ciò sarebbe stato necessario avviare una serie di programmi di ricerca e di sviluppo molto costosi per i quali gli Stati Uniti avrebbero dovuto ottenere il consenso dell'opinione pubblica.



Illustrazione dello Sputnik.

Inoltre, sempre in quel periodo, la vita politica delle società democratiche cominciò ad essere caratterizzata da un'enfasi sempre maggiore sulle nuove tecnologie, (coltivazioni transgeniche, clonazione animale, scelta tra diversi tipi di fonti energetiche, ecc.). Per questa ragione, divenne fondamentale che i cittadini conoscessero il funzionamento di tali tecnologie, così da scegliere consapevolmente tra i programmi proposti delle diverse fazioni politiche.

Tale sviluppo determinò la creazione di un nuovo concetto di alfabetizzazione scientifica alla quale avrebbero dovuto accedere tutti i cittadini, così come era accaduto qualche secolo prima con le campagne di alfabetizzazione di base. Tale cambiamento sociale fu promosso dai governi statali, pertanto l'attenzione si rivolse, allora, ai programmi di insegnamento nei primi gradi di istruzione, alla formazione dei docenti e alla ricerca sui metodi di insegnamento.

Dato che in quel momento storico nessuno aveva un'idea precisa di quali conoscenze fossero necessarie affinché i cittadini potessero considerarsi scientificamente alfabetizzati, furono elaborate liste di nozioni diverse per ogni disciplina e, in alcuni casi, per ciascun paese. È il periodo degli standard di riferimento, il cui fallimento è oggi evidente.

Secondo noi il concetto non è mai stato definito bene, e, come osservato da Bybee nella sua opera del 1997, il termine "alfabetizzazione scientifica" andrebbe interpretato più come uno slogan, volto a sottolineare l'importanza delle scienze nel

sistema d'istruzione.

La difficoltà di definire l'alfabetizzazione scientifica mediante un elenco di nozioni portò alcuni studiosi ad elaborare delle proposte alternative. Si affermò, dunque, l'idea che l'alfabetizzazione scientifica consistesse nella profonda comprensione dei meccanismi della ricerca scientifica e del lavoro degli scienziati. Tale teoria si deve al vincitore del premio Nobel George Charpak, che, nel 1995, diede il via al programma *La main a la Pâte*, ispirato a *Hands On program* di un altro premio Nobel, Leon Lederman, nel 1991⁶³.



Leon Lederman e George Charpak.

Il fallimento del modello degli standard di riferimento segnò la progressiva ascesa di un modello basato sull'indagine scientifica. Tale metodo, però - una volta sviluppato - si rivelò essere tanto confusionario quanto il primo dal momento che non teneva conto

⁶³ Lederman, J. S. & Lederman, N. G. *Early elementary students' and teachers' understandings of nature of science and scientific inquiry: Lessons learned from Project ICAN*. Intervento tenutosi al convegno annual della National Association for Research in Science Teaching (NARST), Vancouver, British Columbia. 2004.

delle peculiarità di ciascuna disciplina. L'astronomia, ad esempio, non prevede la verifica delle ipotesi mediante degli esperimenti in laboratorio, bensì l'applicazione di principi fisica teorica ad *esperimenti mentali*. Non dimentichiamo che alcune importanti scoperte in questo campo sono dovute al caso.

Alcuni anni dopo cominciarono a diffondersi delle analisi più approfondite sulla natura della conoscenza scientifica tra le quali citiamo quelle dovute a John Durant, che nel 1993 nel suo *What is Scientific Literacy* definì tre livelli diversi:

1. il livello più basso, che si riferisce all'insieme di conoscenze accumulate nella storia (comunemente detti contenuti);
2. in livello intermedio, associato ai metodi di lavoro seguiti dagli scienziati che fanno ricerca (fino a poco tempo fa chiamato erroneamente metodo scientifico);
3. il livello più alto, che studia la struttura e le caratteristiche della conoscenza ed è direttamente legato alla sua rappresentazione.

Questi tre livelli costituiscono quella che oggi chiamiamo *Natura della Scienza*.

Il primo livello corrisponde chiaramente ai cosiddetti standard di riferimento, il secondo al metodo che ci permette di creare nuovo sapere scientifico e il terzo, il più recente, descrive quella che viene definita la Visione della Natura della Scienza (VNOS).

A prima vista potrebbe sembrare che quest'ultimo livello abbia ereditato il

carattere fumoso delle precedenti definizioni, tuttavia tale indeterminatezza è dovuta alla vivacità di questo campo di indagine, animato da scienziati e insegnanti (soprattutto gli insegnanti dei primi livelli di istruzione).

È chiaro che per capire cosa sia la VNOS è necessario disporre di alcune conoscenze in campo scientifico. Il compito di individuare tali contenuti spetta ai docenti che dovranno basarsi sull'età e sullo stadio di sviluppo cognitivo dei loro studenti.

La visione della natura della scienza si trova, come afferma Durant, a un livello epistemologico superiore. Tale concetto è legato al modo in cui si origina e viene prodotto il sapere scientifico, alla struttura interna della scienza, ai dati, alle leggi e alle teorie e al processo di sostituzione di queste nel corso della storia.

Potremmo dire che la visione della *natura della scienza* sta ai contenuti scientifici come la linguistica sta alle lingue. La linguistica ha come oggetto di studio le lingue, le strutture grammaticali, le relazioni tra di esse e le trasformazioni che esse hanno subito.

Oggi l'insegnamento delle scienze è diventato un campo di ricerca interdisciplinare in cui convergono oltre alle discipline classiche anche teorie epistemologiche. Dalle prime prende i metodi di rappresentazione mentale, perfettamente in linea con i modelli di Piaget e Vygotsky e con le idee sociali di Kuhn⁶⁴, dalla seconda derivano i concetti di conoscenza esplicita e tacita o implicita, in

⁶⁴ Kuhn, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago. 1962.

linea con lo studio condotto dai fratelli Dreyfus sui livelli di competenza.

In base a questa nuova visione, ritroviamo i contenuti scientifici, ovvero la conoscenza esplicita nei libri, nei rapporti di ricerca e nei ricordi. La conoscenza implicita o tacita, invece, vive soltanto nella mente dei professionisti ed è impossibile da esplicitare o spiegare. Man mano che la ricerca va avanti, diventa sempre più evidente che la visione della natura della scienza sia un tipo di conoscenza tacita o implicita, che gli insegnanti devono saper padroneggiare in modo da trasmetterla agli studenti. Aiutare gli insegnanti a raggiungere questo livello di conoscenza è l'obiettivo primario del presente progetto⁶⁵.

3.2 LA NATURA DELLA SCIENZA ED IL SUO LEGAME CON IL SISTEMA DI ISTRUZIONE: IL CASO DI STUDIO IN POLONIA

I risultati dei questionari CONCEZIONE DELLA NATURA DELLA SCIENZA e L'ARCHEOLOGIA IN CLASSE in Polonia

Tra il 21 e il 23 febbraio 2017 uno dei partner del progetto SciLit ha organizzato un seminario formativo dal titolo “La natura della scienza ed il suo legame con il sistema d'istruzione” presso il centro per la formazione dei docenti del voivodato della

Cuiavia-Pomerania a Bydgoszcz, in Polonia (KPCEN Bydgoszcz). Al seminario hanno preso parte 30 insegnanti della scuola dell'infanzia e dei primi anni della scuola primaria interessati all'argomento, i primi a rispondere all'invito spedito a tutte le scuole dell'infanzia e alle scuole primarie nel voivodato della Cuiavia-Pomerania, l'area più attiva in materia di formazione degli insegnanti per il KPCEN Bydgoszcz.

All'inizio del corso è stato chiesto ai partecipanti di compilare il questionario OPINIONI SULLA NATURA DELLA SCIENZA (C). Ciascun docente ha firmato il questionario con un nomignolo o un simbolo. Alla fine del corso, essi hanno compilato nuovamente lo stesso questionario adottando il medesimo simbolo o nomignolo.

Questa procedura ha permesso di confrontare i risultati del questionario all'inizio e alla fine del corso e di analizzare i progressi compiuti. Lo stesso metodo è stato utilizzato per discutere di ARCHEOLOGIA IN CLASSE.



Formazione dei docenti riguardo a “Com'è fatto il mondo?” a Bydgoszcz.

Il seminario formativo si è protratto per due

⁶⁵ McComas, W. F.; Clough, M. P.; Almazroa, H. *The role and character of the nature of science in science education*. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, the Netherlands. 1998.

giorni per un totale di 10 ore di studio. Gli insegnanti si sono impegnati molto negli esperimenti proposti che hanno analizzato da una prospettiva scientifica, cercando delle spiegazioni e indagando autonomamente sull'origine dei fenomeni.

L'analisi dei risultati dei questionari è stata condotta paragonando l'eshaustività e la lunghezza delle risposte date dalle partecipanti prima e al termine del laboratorio.

Vi è stato un incremento piuttosto notevole nell'eshaustività delle risposte alle domande che si riferivano a questioni affrontate nel corso del laboratorio. Ciò dimostra che le lezioni sono state interessanti e hanno stimolato le partecipanti a riflettere sul rapporto fra scienza ed istruzione.

Risultati dei questionari nel dettaglio

I. TITOLO DEL QUESTIONARIO:

Concezione della Natura della Scienza (VNOS)

OBIETTIVO DEL QUESTIONARIO:

Studio sull'acquisizione di conoscenze relative alla scienza da parte dei partecipanti

CARATTERISTICHE DEI PARTECIPANTI ALLA RICERCA:

- Il questionario "Concezione della natura della scienza"⁶⁶ è stato distribuito due volte ai partecipanti del seminario "La natura della scienza ed il suo rapporto con il sistema d'istruzione" - all'inizio e al termine del seminario.
- I partecipanti hanno scelto il loro nomignolo,

con il quale hanno firmato entrambi i questionari al fine di consentire l'analisi dei dati.

- Sono state raccolte 23 coppie di questionari (inizio + fine) - sulle quali si basa l'analisi dei dati.
- 9 questionari iniziali non hanno avuto equivalenti finali.
- 3 questionari finali non hanno avuto equivalenti iniziali.

CONCEZIONE DELLA NATURA DELLA SCIENZA - LE DOMANDE:

1. Secondo lei, cos'è la scienza? Cosa rende la scienza (o una disciplina scientifica come la fisica, la biologia ecc.) diversa da altre materie di studio (ad es., religione, filosofia)?
2. Che cos'è un esperimento?
3. Secondo lei, è necessario compiere degli esperimenti al fine di produrre progresso scientifico?
 - Se sì, motivi la sua risposta fornendo un esempio
 - Se no, motivi la sua risposta fornendo un esempio.
4. I libri di scienze rappresentano spesso l'atomo con un nucleo centrale composto da protoni (particella dotata di carica elettrica positiva) e da neutroni (particella elettricamente neutra) con gli elettroni (particelle dotate di carica elettrica negativa) che orbitano attorno al nucleo. Gli scienziati sono certi che l'atomo abbia questa struttura? Quale prova, o che tipo di prova pensa che gli scienziati abbiano usato per determinare l'aspetto di un atomo?

⁶⁶ NG Lederman et al. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 39, n° 6 pp 497-521 (2002).

5. Secondo lei esiste una differenza fra teoria scientifica e legge scientifica? Motivi la tua risposta fornendo un esempio.

6. Le teorie scientifiche (ad es., teoria atomica, teoria dell'evoluzione) possono essere sostituite? Se pensa che le teorie scientifiche non possano essere sostituite, motivi la sua risposta fornendo un esempio.

- Se pensa che le teorie scientifiche possano essere sostituite motivi la sua risposta fornendo un esempio.:

(a) Spieghi per quale ragione le teorie si evolvono.

(b) Spieghi perché chiediamo ai nostri allievi di imparare le teorie scientifiche. Motivi la sua risposta con degli esempi.

7. I libri di scienze spesso definiscono le specie come gruppi di organismi che condividono caratteristiche simili e che possono riprodursi per generare la prole. Gli scienziati sono sicuri di questa definizione? Di che tipo di prova si sono serviti per determinare che cosa sia la specie?

8. Gli scienziati conducono esperimenti/ricerche per provare a trovare delle risposte alle loro domande. Pensa che gli scienziati utilizzino la loro creatività e la loro immaginazione nella loro attività di ricerca?

- Se sì, in quale stadio della ricerca pensa che gli scienziati ricorrano alla loro immaginazione e creatività: pianificazione e progettazione; raccolta dati; al termine della raccolta dati?

- Spieghi perché gli scienziati si servono dell'immaginazione e della creatività. Fornisca degli esempi se necessario.

- Se pensa che gli scienziati non utilizzino l'immaginazione e la creatività, motivi la sua risposta. Fornisca degli esempi se necessario.

9. Si pensa che i dinosauri si siano estinti circa 65 milioni di anni fa. Tra le ipotesi formulate dagli scienziati per spiegarne l'estinzione, due godono di grande consenso. Secondo la prima essi si sono estinti a seguito delle conseguenze provocate dalla caduta di un gigantesco meteorite che ha colpito la Terra 65 milioni di anni fa. Secondo la seconda ipotesi, i dinosauri si sono estinti a seguito di violente eruzioni vulcaniche. Come è possibile che gli scienziati siano arrivati a due conclusioni diverse se entrambi i gruppi hanno avuto accesso e hanno utilizzato i medesimi dati per arrivarci?

10. Secondo alcuni la scienza è intrisa di valori sociali e culturali. Essa rifletterebbe, dunque, valori sociali e politici, concezioni filosofiche e norme culturali del contesto in cui essa viene studiata e prodotta. Altri credono, invece, nell'universalità della scienza che valica ogni confine nazionale e culturale. Pertanto, essa non sarebbe influenzata da valori sociali, politici e filosofici, né da norme culturali.

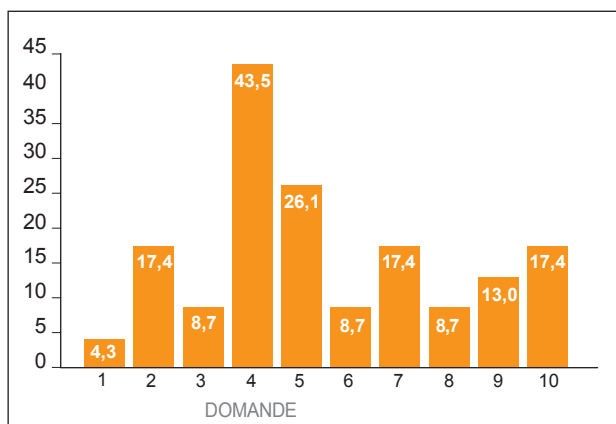
- Se ritiene che la scienza rifletta valori sociali e norme culturali, motivi la sua risposta fornendo degli esempi.
- Se ritiene che la scienza sia universale, , motivi la sua risposta fornendo degli esempi.

In generale è stato riscontrato un aumento della lunghezza e dell'eshaustività delle risposte. In particolare, il 43,5 % dei partecipanti ha arricchito la risposta fornita alla domanda 4.

CONCEZIONE DELLA NATURA DELLA SCIENZA

RISULTATI DEL QUESTIONARIO

Aumento dell'eshaustività delle risposte date dai partecipanti al seminario.



Domanda 4: I libri di scienze rappresentano spesso l'atomo con un nucleo centrale composto da protoni (particella dotata di carica elettrica positiva) e da neutroni (particella elettricamente neutra) con gli elettroni (particelle dotate di carica elettrica negativa) che orbitano attorno al nucleo. Gli scienziati sono certi che l'atomo abbia questa struttura? Quale prova, o che tipo di prova pensa che gli scienziati abbiano usato per determinare l'aspetto di un atomo?

Esempi di risposte:

Nessuna risposta

Particelle che si attraggono e si respingono, "+" e "-"

Conoscono la struttura dell'atomo grazie alla tecnologia moderna.

- Teorie della meccanica quantistica
- Ricerche sulla radioattività
- Ricerche informatiche

Non ne ho idea.

Hanno studiato oggetti diversi definendo le loro proprietà in condizioni diverse

È stato rilevato un aumento relativamente notevole nella lunghezza delle risposte alla domanda 5. Il 26,1% dei partecipanti, infatti, ha arricchito il contenuto delle proprie risposte.

Domanda 5: Secondo lei esiste una differenza fra teoria scientifica e legge scientifica? Motivi la tua risposta fornendo un esempio

Esempi di risposte:

INIZIO

Nessuna risposta

Una teoria scientifica è un'ipotesi che è stata confermata e supportata da diversi studi. Le teorie scientifiche divengono leggi scientifiche quando sono universalmente riconosciute.

Sì, c'è una differenza

Le teorie scientifiche sono solo delle ipotesi. Mentre le leggi scientifiche sono le teorie che proviamo mediante gli esperimenti.

No, non c'è alcuna differenza. Penso che ogni teoria parta da delle leggi.

Una teoria scientifica può diventare una legge scientifica, mediante la conduzione di esperimenti che ne confermino la validità.

I risultati del questionario *Concezione della natura della scienza* e le opinioni espresse dai partecipanti durante il seminario mostrano che i docenti:

- Hanno reputato il corso e gli esperimenti compiuti molto utili per l'arricchimento delle loro conoscenze scientifiche.
- Durante le lezioni hanno analizzato i risultati degli esperimenti in maniera più accurata e approfondita di quanto non avessero mai fatto lavorando con i bambini.
- Grazie agli esperimenti hanno sviluppato un interesse per le basi scientifiche delle leggi

prese in esame.

- Si sono sentiti incoraggiati a trovare delle soluzioni personali per rendere più efficace lo studio delle scienze.
- Hanno adottato un approccio più pratico e concreto al sapere scientifico.
- Hanno utilizzato un linguaggio semplice per discutere di concetti complessi.
- Hanno risvegliato la loro curiosità cognitiva durante gli esperimenti proposti.
- Si sono sentiti soddisfatti per via dei risultati ottenuti.
- Hanno estremo bisogno di ricevere una formazione specifica nel campo delle scienze.

II. TITOLO DEL QUESTIONARIO:

Archeologia in classe

OBIETTIVO DEL QUESTIONARIO:

Analisi delle conoscenze acquisite dai docenti nel corso del seminario.



Seminario formativo per i docenti sul programma *Archeologia in classe* a Bydgoszcz.

CARATTERISTICHE DEI PARTECIPANTI ALLA RICERCA:

- Il questionario “Archeologia in classe” è stato distribuito due volte ai partecipanti del seminario “La natura della scienza ed il suo rapporto con il sistema d’istruzione” – all’inizio e al termine del seminario.
- I partecipanti hanno scelto il loro nomignolo, con il quale hanno firmato entrambi i questionari al fine di consentire l’analisi dei dati.
- Sono state raccolte 26 coppie di questionari (inizio + fine), che hanno costituito la base per l’analisi dei risultati.
- 7 questionari iniziali non hanno avuto equivalenti finali.

- 3 questionari finali non hanno avuto equivalenti iniziali.

ARCHEOLOGIA IN CLASSE

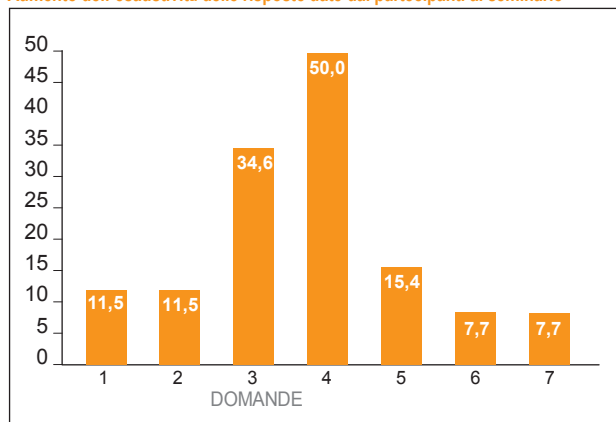
LE DOMANDE:

1. Secondo lei, cos’è l’archeologia?
2. Che rapporto c’è tra l’archeologia e le altre discipline?
3. Qual è in archeologia la principale fonte di informazione?
4. Sa quali sono le tecniche di base utilizzate dagli archeologi?
5. Pensa che l’archeologia si basi su teorie scientifiche? E perché?
6. In quali settori lavorano gli archeologi?
7. Alcuni archeologi pensano che l’evoluzione dell’*homo sapiens* sia avvenuta in diversi parti del pianeta nello stesso periodo; altri ritengono invece che l’*homo sapiens* sia apparso dapprima in Africa, altri ancora sostengono che l’*homo sapiens* si sia evoluto contemporaneamente nei tre continenti ma suppongono che ci sia stato uno scambio genetico. Com’è possibile che siano arrivati a conclusioni tanto diverse se i dati di partenza sono gli stessi?

ARCHEOLOGIA IN CLASSE

RISULTATI DEL QUESTIONARIO

Aumento dell’esautività delle risposte date dai partecipanti al seminario



L'aumento maggiore nella lunghezza delle risposte è stato rilevato nella quarta domanda. Il 50% dei partecipanti ha arricchito la propria risposta.

Domanda 4. Sa quali sono le tecniche di base utilizzate dagli archeologi?

Esempi di risposte:

No	Creano disegni, foto, mappe con appunti riguardanti le cose che hanno trovato, più l'analisi di laboratorio.
Sfortunatamente non ne conosco	Osservazioni, archivi, lavoro con materiale trovato in diverse condizioni.
Nessuna risposta	- Analisi delle mappe - Analisi dei reperti - Analisi degli scavi - Osservazioni - Appunti, disegni

È stato osservato un aumento nella lunghezza delle risposte anche alla domanda 3. Il 34,6% dei partecipanti ha arricchito il contenuto delle proprie risposte.

Domanda 3: Qual è in archeologia la principale fonte di informazione?

Esempi di risposte:

Gli oggetti ritrovati	- L'analisi dei materiali residui - L'utilizzo di metodi geofisici - L'osservazione e l'ispezione del sito - La cartografia - L'ingegneria (costruzioni, macchinari)
I reperti, gli oggetti ritrovati	Ricerca e studio – siti archeologici, scavi, reperti - oggetti, cose che, in seguito ad un'analisi, creano un'immagine della vita sociale delle persone in un dato periodo.
Il rinvenimento	- Rovine, ad es, di edifici - Oggetti - Manufatti

Dai risultati del questionario “Archeologia in classe” emerge che i docenti:

- prima del corso non erano interessati (o almeno solo superficialmente e genericamente) al tema dell'archeologia;
- hanno partecipato alle attività proposte con interesse e impegno;
- hanno valutato positivamente il materiale didattico;
- hanno imparato che un archeologo non si limita ad estrarre dal terreno dei reperti;
- hanno acquisito maggiori informazioni riguardo al lavoro dell'archeologo;
- hanno compreso che aspetti apparentemente complessi del lavoro dell'archeologo possono essere espressi con un linguaggio semplice, chiaro e comprensibile ai bambini;
- vogliono servirsi delle conoscenze acquisite per implementare delle attività simili a scuola;
- nonostante la brevità del seminario, adesso sono interessati ad approfondire l'argomento;
- hanno espresso il bisogno di continuare a partecipare a questo tipo di attività formative.

Per riassumere, l'analisi dei questionari, riportata qui sopra ha evidenziato che i docenti della scuola dell'infanzia e della scuola primaria:

- non possiedono delle conoscenze approfondite in campo scientifico;
- devono rimediare alle loro lacune;
- sono pronti a sperimentare nuovi approcci per aiutare i bambini ad interessarsi alle scienze;
- bisognerebbe parlare ai bambini di argomenti scientifici, perché non sono mai troppo piccoli;
- grazie al corso hanno cambiato idea riguardo al condurre degli esperimenti insieme ai bambini.

A partire da settembre 2017, gli operatori del centro di formazione per docenti del voivodato della Cuiavia-Pomerania a Bydgoszcz hanno ampliato l'offerta formativa e i corsi di aggiornamento professionale rivolti ai docenti della scuola dell'infanzia e della scuola primaria con moduli relativi all'approccio scientifico

3.3 Proposta metodologica: oltre la NOS

Nell'exclusus storico che abbiamo presentato, l'ultimo anello della catena metodologica dell'insegnamento delle scienze è costituito dalla conoscenza della Natura della Scienza (Nature of Science). Tale filosofia si basa sul presupposto che la scienza abbia una sua struttura che lo studente deve scoprire per poter comprendere il comportamento delle leggi della natura. Secondo noi tale approccio è erraneo, in quanto confonde la realtà con la rappresentazione mentale. **Secondo la NOS la struttura della scienza non è altro che la struttura delle rappresentazioni mentali che gli uomini sviluppano per essere in grado di comprendere il comportamento delle leggi della natura.**

Queste rappresentazioni coincidono con quelli che Piaget chiama *schemi*, ossia, nel caso della scienza, le grandezze, le leggi e i modelli o le teorie⁶⁷.

Il nostro approccio prevede la sostituzione della conoscenza della Natura della Scienza con **l'esigenza che lo studente divenga consapevole della natura della conoscenza umana e di come essa viene costruita.**

In base a tale concezione, l'evoluzione



cognitiva del processo di apprendimento assume i caratteri di un'indagine. Lo studente si trasforma, dunque, in un ricercatore, che scopre e utilizza le strutture mentali innate su cui si basa la rappresentazione della nostra conoscenza: la concettualizzazione e la scoperta di leggi. Queste due operazioni mentali si sviluppano simultaneamente in tutti gli esseri umani che acquisiscono la loro lingua⁶⁸.

I primi modelli epistemologici nacquero, ovviamente, nell'antica Grecia. Essi si basavano su rappresentazioni mentali dei concetti, definite idee da Platone universali da Aristotele. Platone sosteneva che queste fossero innate, mentre Aristotele riteneva che fossero frutto dell'esperienza, tuttavia nessuno di loro è stato capace di concepire con chiarezza il meccanismo mediante il quali tale sapere si generi o si modifichi. Oggi, l'unico modello sull'evoluzione del sapere umano è, come abbiamo detto, quello sviluppato da Piaget, basato su rappresentazioni molto semplificate della realtà strutturate in concetti, leggi e modelli o teorie⁶⁹. Queste rappresentazioni si

⁶⁷Piaget, J. The Principles of Genetic Epistemology. New York: Basic Books. 1972

⁶⁸Pinker, Steven. "Words and rules" (saggio., 1999).

⁶⁹https://en.wikipedia.org/wiki/Piaget%27s_theory_of_cognitive_development.

consolidano, si evolvono e si modificano grazie al processo di assimilazione (acquisizione di competenze) e di accomodamento (mutamento dei concetti, dei modelli o delle teorie alla base delle rappresentazioni). Il modello piagetiano della costruzione della conoscenza è equivalente, se non identico, a quello utilizzato più avanti da Kuhn per spiegare l'evoluzione del sapere all'interno della comunità scientifica (si veda, ad esempio, "La Struttura delle Rivoluzioni Scientifiche").

Thomas Kuhn.
fisico, storico e
filosofo.



Inoltre, il medesimo modello è utilizzato negli studi sull'intelligenza artificiale e i modelli computerizzati che tentano di simulare il processo di apprendimento della mente umana; è un modello opposto a quello introdotto durante la rivoluzione cognitiva (modellare il cervello come un computer), ed è ancora quello predominante nella psicologia cognitiva. È necessario che gli insegnanti comprendano la natura sociale dell'evoluzione della scienza, un processo molto simile a quello descritto da Vygotsky, che comprende anche i processi piagetiani di assimilazione e accomodamento che interessano la società⁷⁰.

Leo Vygotsky,
psicologo.



Secondo noi, è importante ammettere che la ricerca possa innescare anche delle reazioni di resistenza degli studenti a nuovi modelli (qualora questi non siano stati costruiti dagli loro stessi) quando questi ultimi limitano o rendono nulli i modelli precedenti, comportamento molto simile a quello sociale descritto da Kuhn quando a teorie scientifiche comunemente accettate vengono sostituite quelle più evolute.

Tali considerazioni ci aiutano ad individuare i concetti alla base della nostra piramide della rappresentazione della realtà. Ciò che differenzia la rappresentazione scientifica della realtà da quelle proposte dalle altre discipline è il fatto che solo concetti misurabili (grandezze) sono considerati elementi costitutivi di quella conoscenza. Tale requisito ci permette di ricorrere a formule matematiche per lavorare con i valori calcolati e fare previsioni quantitative.

Tutte le rappresentazioni scientifiche si fondano su cinque grandezze fondamentali, o primarie, come verificato sulla base dell'analisi

⁷⁰ Vygotsky, L. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. 1979.

dimensionale: spazio, tempo, materia, energia e informazione, quest'ultimo parametro è stato introdotto da Shannon nella teoria dell'informazione a metà del XX secolo. Questa nuova grandezza è stata estesa a tutte le aree della conoscenza, soprattutto all'informatica e alla robotica (impossibili da capire senza questo concetto). È essenziale anche in biologia per decodificare il codice genetico, ma affronteremo questo argomento in altri progetti.

Applicare la metodologia proposta dal progetto "Com'è fatto il mondo?"

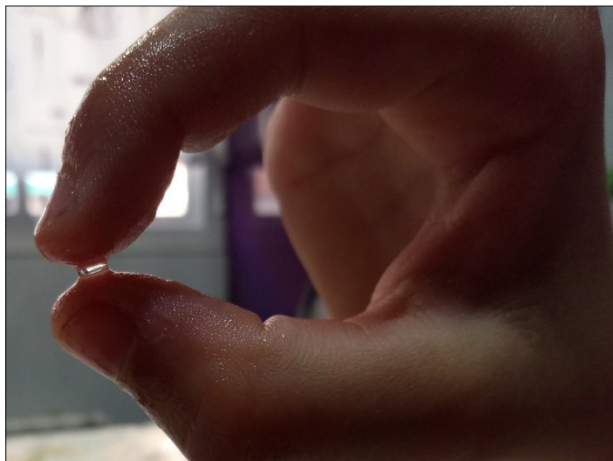
Gli allievi sanno perfettamente come si formulano concetti ed elaborano le leggi. Perciò è importante che gli insegnanti li aiutino a misurarsi con problemi che permettano loro di sfruttare le loro capacità cognitive⁷¹.

Potremmo partire dall'osservazione di *fenomeno naturale*, come il processo che permette che i panni, stesi al sole, si asciughino o che il vetro di una finestra fredda si appanni, per poi analizzarlo e studiarlo in classe.

Il nostro processo di ricerca, prevede, in prima battuta una serie di *esperimenti*, mediante i quali possiamo manipolare la realtà, riproducendo i fenomeni naturali che abbiamo scelto di studiare. Per farlo dovremmo ricorrere agli strumenti che sono a nostra disposizione: forbici, colla, graffette, lenti, e così via. Nel corso del progetto SciLit abbiamo scelto di misurarci con esperimenti relativi ai legami intermolecolari, sul passaggio di stato, sulla tensione superficiale e simili. In particolare, abbiamo analizzato le

forze di coesione e di adesione, che fanno sì che una goccia d'acqua rimanga tra l'indice e il pollice e mantenga una certa elasticità.

Forze di coesione e di adesione nell'acqua.



Quindi è necessario descrivere cosa accade durante l'esperimento, ponendo l'attenzione solo sugli elementi più importanti. Tale descrizione dovrebbe portarci a scoprire nuovi processi e a dare loro un nome, come nel caso della coesione e dell'adesione, ossia la tendenza di un liquido ad attaccarsi alla pelle e a resistere alla rottura dei legami. È necessario, dunque, spiegare ai nostri studenti che, affinché un esperimento sia utile, i risultati devono essere gli stessi in qualunque condizione.

A questo punto, bisognerà osservare il processo più nel dettaglio. Per farlo ci porremo una serie di domande: Perché l'acqua si attacca alla pelle delle dita? Si attacca solo alle dita o anche a altri oggetti? Come fa la goccia ad allungarsi senza rompersi? Queste domande possono portarci ad altri esperimenti che potrebbero darci delle risposte, o innescare un processo di riflessione.

In seguito, dovremmo parlare ai nostri studenti del modo migliore per descrivere il

⁷¹ López Sancho, J.M. La Naturaleza del conocimiento. Madrid. 2003

comportamento della natura in conformità con la filosofia di Leucippo, e scoprire le leggi che governano questo comportamento, in altre parole, le linee guida fisse che la natura segue sempre.

Per verificare la nostra ipotesi, potremmo procurarci vari tipi di guanti per vedere se il liquido aderisce a qualsiasi tipo di materiale; quindi potremmo utilizzare degli altri liquidi (olio, bevande analcoliche), per vedere se tutti seguono il medesimo comportamento

Una volta giunti alla conclusione che tutti i liquidi utilizzati presentano un comportamento elastico e aderiscono a superfici solide, possiamo enunciare la legge: tutti i liquidi sono soggetti alle forze di coesione e adesione.



Tensione superficiale.

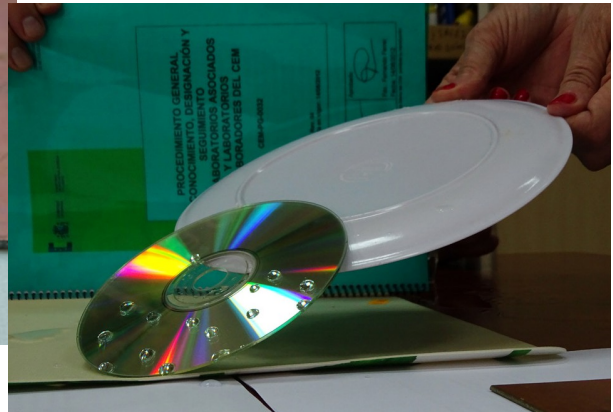
Siamo pervenuti alla formulazione di queste leggi grazie al metodo *induttivo* (cioè assumendo che tutti i liquidi si comportino come i liquidi che abbiamo usato). Insieme ai nostri studenti

-

potremmo anche discutere della possibilità che qualcuno, da qualche parte, scopra un liquido che non aderisce alle superfici. Se ciò si verificasse, saremmo costretti a modificare l'enunciato della nostra legge.

Tale osservazione ci riporta, allora, alla domanda principale - perché l'acqua segue queste leggi? La risposta risiede, dunque, nella natura dell'acqua e dovremmo dunque sapere di cosa è fatta.

Se volessimo scoprire di cosa è fatta l'acqua dovremmo osservarla in "situazioni estreme", come i processi in cui appare e scompare dalla nostra vista. L'osservazione del fenomeno della condensazione del vapore acqueo su una superficie fredda (una lattina) o l'evaporazione dell'acqua dalla superficie di un tavolo dopo che è stato pulito con un panno umido possono darci delle risposte.



Forze di adesione sulla superficie di un

Ciò ci permette di elaborare dei modelli che riescono a definire dei fenomeni che non siamo capaci di percepire ad occhio nudo, o perché sono troppo piccole (come le molecole o gli atomi) o perché non possiamo avvertire la loro grandezza, come gli ultrasuoni usati da un telecomando o gli infrarossi o la radiazione ultravioletta comunemente chiamata luce nera.

Grazie alla nostra capacità di immaginazione possiamo supporre che l'acqua si trovi nell'aria sotto forma di particelle molto piccole, invisibili ad occhio nudo. Quando queste si uniscono in grandi quantità sulla superficie fredda della lattina, si formano delle goccioline.

Se l'acqua è fatta di molecole possiamo supporre che anche altre cose, come il ghiaccio e altri solidi, siano fatti di molecole. In questo modo siamo in grado di sviluppare un'ipotesi che possiamo esprimere nel seguente modo: tutti i materiali sono costituiti da particelle molto piccole, invisibili ad occhio nudo, che chiamiamo molecole.

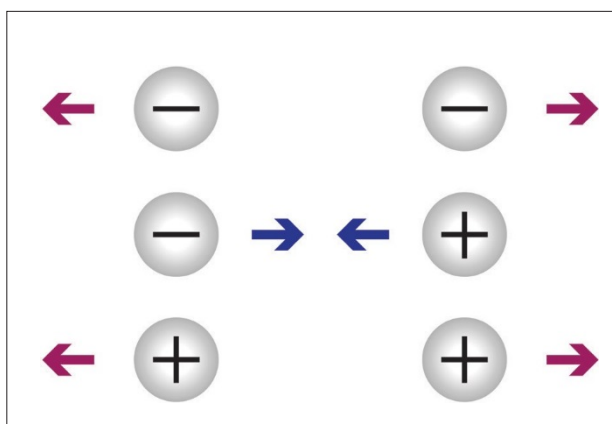
Quando le molecole sono molto distanti le une dalle altre diremo che tale sostanza si trova allo stato gassoso. Se sono in contatto, ma non legate saldamente le une alle altre, come le biglie in un sacchetto, diremo che la sostanza si trova allo stato liquido. Quando le molecole sono "attaccate" le une alle altre diremo che la sostanza si trova allo stato solido. Potremmo usare le biglie per costruire un *modello analogico*.

In seguito, potremmo testare il nostro modello, usandolo per cercare di spiegare i processi di coesione e adesione che abbiamo osservato nei nostri esperimenti e descritto nelle nostre leggi: perché le molecole d'acqua si uniscono, sotto la spinta delle forze di coesione? Perché le molecole d'acqua si attaccano a quelle della pelle e di altre sostanze?

Per spiegare il comportamento osservato a livello macroscopico dovremmo introdurre nuove forze tra le molecole, che le inducono a unirsi l'una all'altra. Quando le molecole che si uniscono tra loro

sono uguali, chiamiamo la forza "coesione". Se sono diverse, la chiamiamo "adesione"

Se volessimo continuare a servirci del nostro metodo di ricerca basato sulle domande per scoprire la natura della conoscenza scientifica (concetti, leggi e modelli), dovremmo rivolgerci a un campo di indagine: l'elettricità. Mediante nuovi esperimenti scopriremmo, allora, che le forze intermolecolari sono originate dalla distribuzione della carica



I principi dell'elettricità

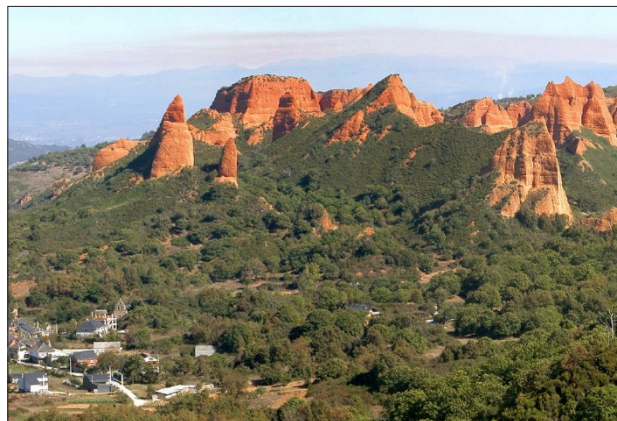
tra le molecole, e che queste obbediscono ai principi dell'elettricità: due corpi che possiedono cariche di segno opposto si attraggono, mentre due corpi che possiedono cariche uguali si respingono.

Al termine di questo percorso sperimentale, gli studenti dovranno riassumere il lavoro svolto concentrandosi sul modo in cui hanno sviluppato le loro rappresentazioni mentali. Grazie a tale processo, avranno compreso nuovi concetti, nuove leggi di cui non erano a conoscenza, facendo ricorso a nozioni apprese in passate. A quel punto gli studenti avranno interiorizzato il concetto della natura della scienza e dei meccanismi metacognitivi, che saranno loro utili nel corso della vita.

Un esempio pratico: Archeologia in classe

La parte dedicata all'“Archeologia in classe” si concentra, come suggerisce il nome, sull'archeologia, lo studio delle civiltà passate basato sull'analisi di reperti. L'archeologia appartiene, quindi, al campo delle scienze sociali e umane. Ha un carattere fortemente interdisciplinare, poiché presuppone l'acquisizione di conoscenze in altri campi del sapere scientifico (come la geologia, la geografia, la matematica, la biologia, l'ingegneria) e il ricorso a tecnologie specifiche. Ciò rende l'archeologia una disciplina ideale su cui lavorare in classe. L'obiettivo del seminario formativo iniziale era di far comprendere chiaramente agli insegnanti che lo studio delle società antiche e, in particolare, la ricerca archeologica, offre molte possibilità per promuovere lo studio delle scienze nei primi gradi d'istruzione. Uno dei punti di forza del progetto consiste proprio nel riconoscere l'importanza dell'archeologia sia come strumento per lo studio delle scienze sociali e umane in classe, sia come mezzo atto a fare acquisire agli allievi la capacità di formulare dei ragionamenti scientifici grazie all'analisi di alcuni aspetti strettamente correlati: la materialità della cultura come elemento distintivo dell'essere umano; l'interazione tra ambiente e società e gli effetti che le azioni hanno sui problemi ambientali e lo sviluppo dei paesaggi; oppure, ad esempio, collegandoci a quanto detto prima, il ruolo dell'analisi dei paesaggi e l'evoluzione degli spazi nel tempo come metodo per comprendere i processi di cambiamento nelle società (in altre parole, l'importanza di capire le relazioni spaziali per comprendere le società); o la consapevolezza che la diversità delle società nel tempo e nello spazio porta necessariamente ad un'accettazione rispettosa

di tale diversità e, di fatto, ad un apprezzamento del nostro patrimonio culturale. I paesaggi, i depositi archeologici, i resti esposti e custoditi nei musei rappresentano un passato tangibile e visibile, la nostra memoria. L'archeologia ha ci aiuta a conoscere, preservare e difendere il nostro passato.



Paesaggio archeologico. Las Medulas, Spagna.

Il nostro progetto formativo si fonda sul metodo di indagine archeologica, sulla base del quale abbiamo individuato i contenuti e strutturato le attività da svolgere con i bambini. A prima vista potrebbe apparire riduttivo, identificare un metodo come punto di partenza, tuttavia la scelta di seguire questo percorso metodologico ci ha permesso di adattare meglio la nostra proposta ai programmi scolastici dei diversi gradi di istruzione (dalla scuola dell'infanzia fino agli ultimi anni della scuola primaria) e di promuovere la creazione di attività trasversali che includono diverse materie (matematica, lingue, educazione artistica, ecc.)

Inoltre, riteniamo che questo percorso offra innumerevoli possibilità per lo sviluppo di abilità cognitive per la ricerca. In più permette di adattare meglio i contenuti alla diversità educativa riscontrata fra i Paesi partner del progetto (Lituania, Estonia, Polonia, Italia e Spagna).

Le sessioni formative iniziali sono state divise in 6 blocchi tematici. Ognuno di questi blocchi aveva come obiettivo lo studio di un concetto alla base dell'indagine archeologica allo scopo di aiutare gli alunni a familiarizzare con questa disciplina: "cultura materiale" o "reperto archeologico" (secondo blocco: fondamenti di archeologia); "sito" e "paesaggio" (terzo blocco: Metodi archeologici I); "tempo" e "stratigrafia" (quarto blocco: Metodi archeologici II); "contesto" (quinto blocco: Il laboratorio archeologico) e, infine, "patrimonio" (sesto blocco: perché il passato è importante?). Questi cinque blocchi sono preceduti da una valutazione iniziale, che prevede la compilazione di un questionario sulla visione della natura della scienza. Il questionario si conclude con un'attività, il test DART ("Disegna un archeologo"), che consente di sfatare falsi miti e preconcetti sia nel corso dei seminari formativi rivolti ai docenti, sia nelle lezioni insieme ai bambini. Come illustrato nella guida dedicata all'archeologia in classe, tali blocchi sono stati modificati nel corso del progetto allo scopo di adattare il contenuto formativo al lavoro in classe; per questo motivo la struttura della guida non segue esattamente il percorso stabilito all'inizio. Tali cambiamenti sono stati promossi poiché, una volta che gli insegnanti hanno fatto propri i contenuti del corso di formazione, essi hanno la possibilità di lavorare in classe e creare le attività sulla base dei loro interessi. In ogni caso, la nuova struttura della guida presenta i medesimi



Test DART: disegnare un archeologo.

concetti di base, fondamentali per comprendere l'ambiente, la sua profondità storica ed il valore delle ricerche passate.

Al termine della valutazione iniziale, abbiamo, dunque, implementato i diversi blocchi che ci hanno permesso di guidare gli insegnanti lungo un percorso di apprendimento che ha consentito loro di comprendere la natura trasversale dell'archeologia e i suoi contenuti. Oggi, l'archeologia è definita come il recupero, la descrizione e lo studio sistematico della cultura materiale del passato per analizzare le società che l'hanno costruita.

Insistiamo sulla necessità di definire qui il termine "passato": l'archeologia, infatti, non studia la formazione delle rocce o né i dinosauri, la cui analisi rientra nel campo della geologia o della paleontologia. L'indagine archeologica parte dallo studio dei primi utensili, e si estende fino ai giorni nostri: dallo studio delle prime società di cacciatori-raccoglitori alla recente guerra civile spagnola. Il corso di formazione si articola sull'analisi del "tempo" e del "cambiamento", illustrati da semplici sequenze stratigrafiche.

L'idea di "contesto" riveste una particolare importanza, poiché è in linea con il valore del patrimonio e la necessità di prendersene cura, in quanto testimonianza del nostro passato e fonte di ricchezza.

Questi concetti ci hanno anche permesso di promuovere la ricerca (in questo caso quella storica e archeologica) come strumento capace di creare valore sociale e produrre risorse sostenibili. Tali aspetti, illustrati in maniera approfondita nel manuale dedicato, ci hanno consentito di sottolineare l'importanza di insegnare l'archeologia a scuola.

Riteniamo essenziale, infatti, affrontare lo studio di questa disciplina nelle classi a partire dalla scuola dell'infanzia adattandone i contenuti allo sviluppo cognitivo degli allievi, come più volte ribadito nel corso dell'implementazione di questo progetto Erasmus+ e nella guida dedicata allo studio dell'archeologia in classe.

La scienza: una parte integrante del patrimonio europeo

Tutti noi sappiamo che conoscere e preservare il patrimonio culturale del passato è l'unico modo per comprendere la realtà del presente

E dunque esercitare la propria libertà di pensiero, componente fondamentale di ogni società democratica.

Queste idee furono espresse da Aldous Huxley nella sua opera *Il mondo nuovo*⁷², in cui l'autore mette in guardia contro i regimi totalitari, la cui esistenza dipende, in gran parte, dal divieto di studiare il patrimonio culturale, in altre parole, la storia.

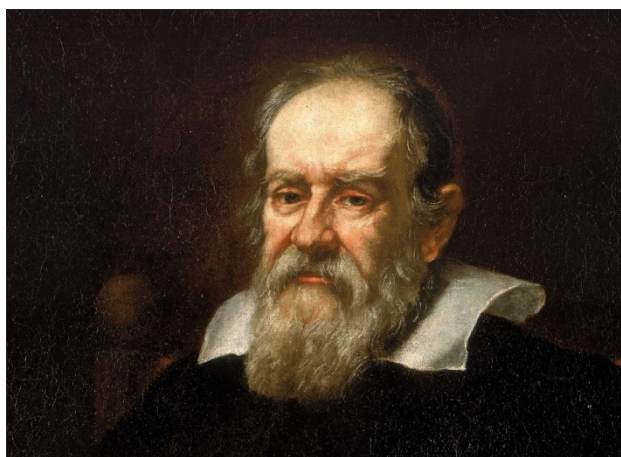
Per citare le celebri parole di Paul Preston, *Coloro che non hanno memoria del passato sono condannati a ripeterlo*.

Uno degli obiettivi del progetto era tentare di diffondere l'idea che la scienza sia un modo per conoscere la parte di realtà, che può essere descritta ricorrendo a numero limitato di concetti misurabili, ovvero le grandezze.

Tuttavia, non si coglie a pieno il senso dell'indagine scientifica se non si inserisce nel contesto della storia dell'umanità. Le scoperte scientifiche hanno profondamente modificato le società. Allo stesso tempo, le convinzioni e gli atteggiamenti presenti all'interno della società hanno fatto compiere progressi impressionanti in termini di conoscenza scientifica.

Non è possibile studiare la ricerca scientifica al di fuori del contesto costituito dai paradigmi storici (con i loro valori e le loro credenze) in cui i ricercatori sono stati immersi, né senza tener conto delle tecnologie a loro disposizione (come il telescopio di Galileo) o dei limiti matematici di ciascun periodo.

⁷² Huxley, Aldous. *Brave New World*. (First Perennial Classics ed.) New York: HarperCollins Publishers.



Ritratto di Galileo Galilei.

Per tutte queste ragioni, è evidente che è impossibile mantenere questa perversa divisione fra due culture, condannata opportunamente da C.P. Snow⁷³, fisico e scrittore inglese, in un suo famoso scritto.

Le grandi epoche storiche, dall'età della pietra, del bronzo e del ferro, alla moderna era dell'informazione, sono state segnate dal progresso e dalle scoperte tecnologico. Eppure, molti sembrano ignorare l'esclusione della scienza dalla prospettiva storica. Arthur Koestler esplicita tale concetto nell'introduzione de *I sonnambuli*⁷⁴: *Nell'indice del libro di Arnold Toynbee di più di seicento pagine A Study of History, versione abbreviata, i nomi di Copernico, Galileo, Cartesio e Newton non appaiono.*

La colpa non è solo degli umanisti. Nelle opere storiche sulla scienza, inclusa *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, gli studiosi preferiscono concentrarsi sui gruppi di.

ricercatori senza prendere in considerazione l'influenza che le credenze e le superstizioni diffuse all'interno della società hanno avuto sull'individuazione dei temi su cui si è poi concentrata la loro ricerca. Diviene fondamentale, quindi, adottare questa prospettiva e promuoverne l'insegnamento fin dall'ingresso nel sistema di istruzione, tenendo conto di tre obiettivi fondamentali al fine di:

- a) rendere consapevoli gli allievi del loro posto nella storia, all'interno del contesto del patrimonio culturale europeo
- b) fornire loro le conoscenze necessarie per prendere decisioni in una società democratica.
- c) prepararli a svolgere un lavoro produttivo in un mondo in continua evoluzione, affinché possano condurre un'esistenza ricca ed interessante.

Per quanto riguarda il primo punto, è importante ricordare che in Europa spesso il progresso scientifico ha coinciso con sviluppi nel campo della filosofia. Basti pensare che i più grandi scienziati dell'Antica Grecia sono anche ricordati come filosofi.

Parmenide, Talete di Mileto, Pitagora, Leucippo, Socrate, Platone, Aristotele, Tolomeo e Archimede, insieme a tanti altri, hanno affrontato importanti questioni sia dal punto di vista scientifico che epistemologico. Qualche secolo più avanti, il mondo dell'arte cominciò ad essere legato a doppio filo alla scienza, alla tecnologia e all'ingegneria.

⁷³ Snow, Chales Percy, *The Two Cultures*, The New Statesman, Jan 2013.

⁷⁴ Koestler, Arthur, *The Sleepwalkers*, Hutchinson (1959)



Cupola del Duomo di Santa Maria del Fiore di Brunelleschi.

Si pensi alla mirabile replica della volta del Pantheon nella cupola di Santa Maria del Fiore di Brunelleschi a Firenze, nella Basilica di San Pietro a Roma e nella Cattedrale di San Paolo a Londra, grazie agli studi di ingegneria sulle volte a crociera. Con l'aiuto della matematica, l'Europa ha trovato soluzioni affini a problemi comuni, che hanno permesso di creare un'estetica riconoscibile ai viaggiatori provenienti dall'Oriente, che si sono trovati di fronte a un paesaggio urbano dominato dapprima dallo stile romanico e, più tardi, dal gotico.

Dal XII secolo in poi l'Europa fu contagiata un grande interesse nei confronti della filosofia greca, per merito delle traduzioni arabe dei manoscritti salvati miracolosamente dall'incendio della biblioteca d'Alessandria.

Tradotti in latino alla scuola di Toledo e diffusi in tutta Europa lungo le vie di pellegrini, questi testi hanno scatenato una rivoluzione culturale, il Rinascimento, che ha plasmato in maniera decisiva il patrimonio culturale europeo

Il nostro intento, nell'ambito del progetto SciLit, è, dunque, di inserire le scoperte scientifiche nel quadro dello sviluppo della civiltà e della cultura umana e parte integrante del patrimonio europeo.

Per questo motivo, una delle raccomandazioni che ci permettiamo di rivolgere alle autorità europee è che lo studio del patrimonio europeo preveda anche l'analisi dei modelli e delle teorie sviluppate dagli scienziati; non vogliamo cadere, in quest'epoca, nella stessa trappola in cui Toynbee cadde poco meno di un secolo fa e che ricordiamo nel 2018: *L'obiettivo dell'anno europeo del patrimonio culturale è quello di incoraggiare il maggior numero di persone a scoprire e lasciarsi coinvolgere dal patrimonio culturale dell'Europa e rafforzare il senso di appartenenza a un comune spazio europeo. Il motto dell'anno è: "Il nostro patrimonio: dove il passato incontra il futuro."*⁷⁵

⁷⁵ https://europa.eu/cultural-heritage/about_es.

**QUARTA PARTE
RACCOMANDAZIONI VOLTE
A MIGLIORARE
L'EDUCAZIONE SCIENTIFICA
NELLA SCUOLA
DELL'INFANZIA E NEL
PRIMO CICLO DI
ISTRUZIONE**



4 RACCOMANDAZIONI VOLTE A MIGLIORARE L'EDUCAZIONE SCIENTIFICA NELLA SCUOLA DELL'INFANZIA E NEL PRIMO CICLO DI ISTRUZIONE

Le nostre raccomandazioni si ispirano a due idee: la prima è quella di presentare la scienza come un costrutto umano, con le stesse caratteristiche di qualsiasi altra forma di conoscenza che la nostra specie ha, e che, pertanto, si sviluppa attraverso gli stessi metodi e processi mentali; la seconda è la necessità di integrare questa conoscenza scientifica nel contesto storico in cui si è sviluppata e che ha influenzato, evidenziandone l'importanza come ingrediente essenziale del patrimonio culturale europeo.

1. Includere l'insegnamento delle scienze nell'istruzione della prima infanzia nel concetto di patrimonio europeo, utilizzando le pietre miliari della storia europea per situare le scoperte scientifiche nel tempo. A nostro avviso, la scienza e la tecnologia sono una creazione comune e un vero e proprio simbolo per i paesi dell'UE. La formazione scientifica nelle prime fasi dell'istruzione è un anello necessario nella socializzazione della scienza.
2. Affiancare l'educazione scientifica al tema della parità di genere. I docenti devono insegnare ai ragazzi e alle ragazze le stesse attività scientifiche, utilizzando esempi e citazioni di scienziate famose. È all'inizio del primo ciclo di istruzione, intorno ai 7-8 anni, che compaiono le prime differenze di

genere. Dopo questo periodo l'unica cosa che si può fare è cercare di modificare il comportamento acquisito.

3. Insegnare la scienza ricorrendo all'indagine sperimentale. Conoscere il modo in cui si produce la scienza influenza gli atteggiamenti e l'approccio dei bambini alle scoperte scientifiche e di distinguerle dalle pseudoscienze e dalle superstizioni.
4. Unificare il curriculum scientifico dei primi cicli d'istruzione o, almeno, creare un nucleo comune di conoscenze per tutti i paesi dell'UE.
5. Promuovere l'insegnamento delle scienze, associandolo alle teorie sulla natura della scienza.
6. Rendere gli insegnanti e i loro studenti consapevoli del meccanismo che sta alla base della conoscenza scientifica e del modo in cui è costruita: rappresentazioni mentali semplificate della realtà o di alcuni aspetti di quest'ultima, che sono sempre suscettibili di falsificazioni. Le concettualizzazioni e i modelli sono le operazioni mentali su cui si basa la conoscenza scientifica.
7. Tutti i paesi dell'UE concordano sulla necessità di insegnare scienze a scuola. Proponiamo che le istituzioni scientifiche siano coinvolte nell'aggiornamento delle conoscenze scientifiche degli insegnanti non universitari nel corso della loro carriera.
8. Supportare la creazione di programmi di formazione scientifica promossi dagli istituti di ricerca per far sì che gli insegnanti raggiungano obiettivi aggiornati e ben definito.
9. Per noi è un errore separare la scienza dal resto della storia. La ricerca scientifica si differenzia dalle altre unicamente per via del fatto che si occupa di concetti misurabili.

10. Creare comunità miste di scienziati e insegnanti, prevenendo la tendenza dei rappresentanti di questi due gruppi a separarsi.



I partner del progetto SciLit

