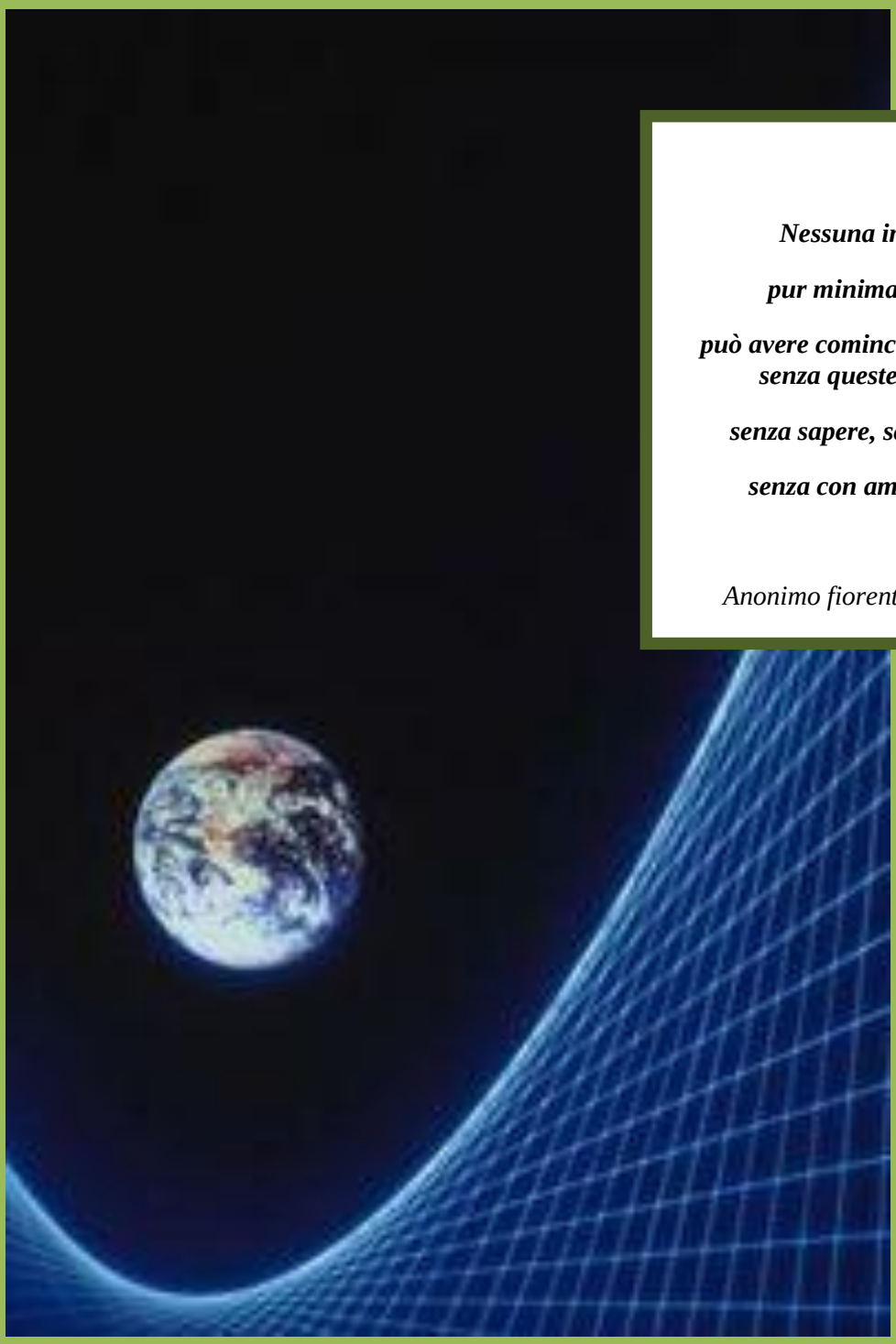
# *I Laboratori del Liceo Classico*

# *Un progetto interculturale*

*coordinato da Anna Maria Gennai*



***Nessuna impresa,***

***pur minima che sia,***

***può avere cominciamento o fine senza queste tre cose:***

***senza sapere, senza potere,***

***senza con amore volere.***

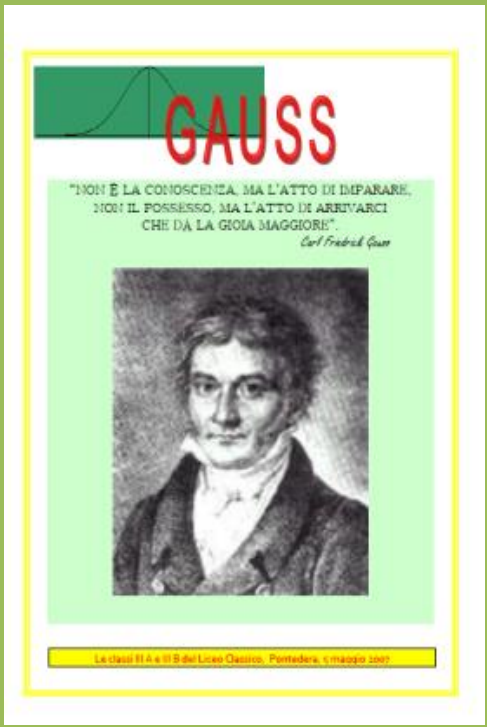
*Anonimo fiorentino del 1300*

Nel 2006 un gruppo di docenti di discipline diverse del Liceo Classico di Pontedera decise di utilizzare una parte delle ore curricolari per proporre, alle proprie classi, lo studio di alcuni argomenti che potessero essere analizzati sia in ambito umanistico che in ambito scientifico, al fine di eliminare la contrapposizione tra le due culture. Il grande interesse dimostrato da parte degli studenti e la constatazione che le attività progettuali, gestite dai ragazzi sotto la guida degli insegnanti, stava producendo una crescente motivazione verso lo studio delle materie più astratte, come la matematica e la fisica, portò ad un incremento delle ore destinate alle attività, per cui durante il secondo quadrimestre queste furono svolte anche in ore pomeridiane. Nacquero così i cosiddetti *Laboratori del Liceo Classico*. Da allora non hanno conosciuto interruzioni, anzi, è progressivamente aumentato sia il numero dei docenti che hanno aderito al progetto, sia il numero degli studenti coinvolti, che ha raggiunto un terzo del totale degli iscritti al Liceo Classico.

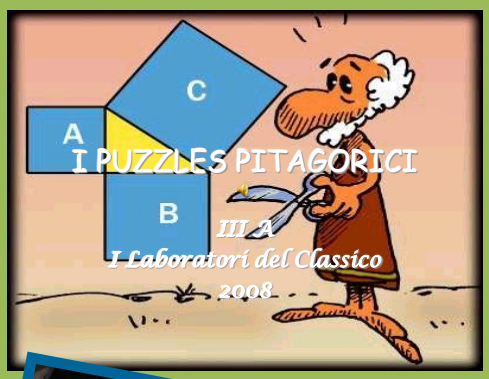
I *Laboratori* sono percorsi interdisciplinari che si basano su attività sperimentali, vale a dire che gli studenti acquisiscono competenze attraverso esperienze realizzate nei laboratori scientifici, artistici, letterari. I ragazzi vengono sollecitati a individuare e organizzare esperimenti e percorsi, utili per la comprensione dei fenomeni e delle problematiche. Presentano poi ad altri alunni del Liceo, alle loro famiglie e a studenti di altre scuole i risultati raggiunti.

Il progetto ha ricevuto il riconoscimento del Consiglio regionale della Toscana, risultando uno dei vincitori del concorso indetto nell'ambito di Pianeta Galileo, iniziativa della Regione volta alla diffusione della cultura scientifica. Il gruppo base di docenti che partecipano ai *Laboratori*, che ho avuto il piacere di coordinare in questi anni, è costituito dagli insegnanti: Elsa Bedini (Materie letterarie, latino e greco), Luca Cerretini (Scienze naturali, chimica, geografia, microbiologia), Marilena Lombardi (Storia dell'arte), Flaviana Prosperi (Matematica e fisica), Monica Mascagni (Materie letterarie). Di anno in anno hanno collaborato altri insegnanti; talvolta vengono coinvolti alcuni istituti comprensivi e vengono invitati al Liceo Classico docenti universitari e ricercatori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare o del CNR per approfondire le ricerche.

Nei *Laboratori* ogni anno viene individuato un argomento, che poi viene analizzato nel modo più completo possibile, cercando di ridurre il divario tra la cultura scientifica e quella umanistica, ad esempio accompagnando alla ricerca scientifica una riflessione sui limiti e sul potere conoscitivo della scienza e parallelamente sfruttando metodi scientifici, come metodologie quantitative e strumenti informatici, per la ricerca umanistica. Nel 2006 decidemmo di dedicare le attività agli studi di Carl Friedrich Gauss, matematico tedesco, genio precoce vissuto a cavallo tra il settecento e l'ottocento, anche perché riconobbi in una sua frase lo spirito che volevo che animasse il progetto: "*Non è la conoscenza, ma l'atto di imparare, non il possesso ma l'atto di arrivarci, che danno la gioia maggiore*". Gli studenti studiarono i contributi di Gauss alla teoria dei numeri, alla teoria della probabilità, all'elettromagnetismo, poi i numeri complessi, le geometrie non euclidee, la curva di Gauss e tutte le varie applicazioni: in medicina, in economia, nello sport..



L'anno successivo i Laboratori approfondirono il tema "*Pitagora: la matematica, l'arte e la musica*", comprendendo la stretta connessione tra queste tre discipline attraverso la realizzazione di esperimenti particolari sul suono, divertendosi nella costruzione di puzzles pitagorici, producendo disegni basati sulla successione di Fibonacci.

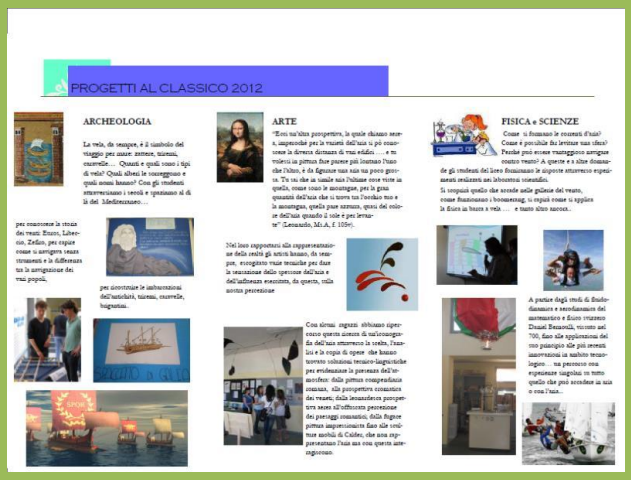


Nel 2009, anno dedicato all'astronomia e a Galileo, in occasione del quarto centenario delle scoperte del grande scienziato, il percorso fu intitolato "*Filosofia, teatro e scienza in Galileo*". La partecipazione delle famiglie e degli studenti delle scuole medie, invitati alla fine dell'anno scolastico ad assistere alle rappresentazioni teatrali e agli esperimenti preparati dai ragazzi del Liceo Classico, superò ogni aspettativa e gratificò l'impegno di un anno di lavoro assiduo per realizzare le esperienze sul moto dei corpi: il pendolo, il piano inclinato, il pendolo sul piano inclinato, la brachistocrona, il pendolo cicloidale, la misura dell'accelerazione di gravità, il moto parabolico, le misure con l'orologio ad acqua, il sistema solare sono solo alcuni degli argomenti che furono trattati.

Fu poi la volta di "*Archimede: storia, tecnologia e scienza*", con il recupero delle invenzioni dello scienziato siracusano, in relazione al periodo storico, e la realizzazione di esperienze sul galleggiamento, sulle immersioni subacquee, sul funzionamento di dispositivi come il sifone o la fontana di Erone, tanto per citarne alcuni.

Tra il 2010 e il 2013 gli studenti si sono dedicati a "*La fisica dell'aria dall'antichità al futuro*", che si articola negli ambiti scientifico, archeologico, storico e artistico. Iniziando dagli studi di fluidodinamica del grande matematico e fisico del settecento Daniel Bernoulli, sono stati realizzati numerosissimi esprimenti in laboratorio di fisica e di scienze. I ragazzi hanno poi riesaminato gli studi di aerodinamica di Leonardo da Vinci, si sono occupati del funzionamento

delle gallerie del vento, del moto di aerei, aquiloni e mongolfiere, dei boomerang; hanno analizzato alcuni aspetti dell'ingegneria del vento, dagli albori, attraverso il Rinascimento, fino ai giorni nostri.

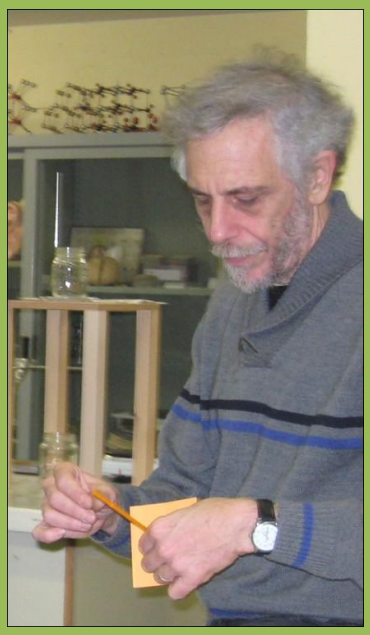



E' stata effettuata una ricerca sull'iconografia dell'aria attraverso la scelta, l'analisi e la copia di opere che hanno trovato soluzioni tecnico-linguistiche per evidenziarne la presenza: dalla pittura compendiaria romana alla prospettiva cromatica degli artisti veneti; dalla prospettiva aerea di Leonardo alla pittura impressionista. Sono stati studiati artisti come Calder o Saraceno, che hanno realizzato opere d'arte fluttuanti nell'aria. Sono stati riscoperti i racconti mitologici sui venti, è stata ripercorsa la storia della navigazione, con riferimento alle tecniche e ai tipi di imbarcazione. Gli studenti hanno poi analizzato le applicazioni della fisica al movimento delle barche a vela, seguendo anche lezioni pratiche tenute da ex allievi del Liceo Classico.

Uno degli innumerevoli esperimenti sull'aria effettuato nei laboratori scientifici è stato filmato e riprodotto con l'aiuto del prof. Luca Cerretini, responsabile del *Progetto Cinema* del Liceo; con questo filmato gli studenti hanno vinto il primo premio al concorso *Let's Lab*, patrocinato dai Provveditorati agli Studi di Pisa, Lucca e Livorno e si sono classificati al terzo posto nel Concorso "*ROME DOCSCIENT 2011*" del *Festival Internazionale del documentario scientifico delle Università e degli Enti di Ricerca*.

La fisica dell'aria dall'antichità al futuro è stato uno dei 14 progetti regionali vincitori del bando di concorso indetto da Pianeta Galileo. La Commissione esaminatrice, composta da rappresentanti del Consiglio Regionale, dell'USR Toscana e delle Università di Firenze, Pisa e Siena, nella propria relazione finale sottolineò che "livello scientifico varietà e modalità di articolazione dei progetti meritano in generale il più vivo apprezzamento e testimoniano una vivacità culturale di cui prendere atto con soddisfazione".

Un importante contributo al progetto ci è stato dato dal prof. Steve Shore, ordinario di astronomia e astrofisica che, nell'ambito delle attività organizzate dal Piano Lauree Scientifiche dell'Università agli Studi di Pisa, è venuto al Liceo Classico per una lezione sul moto dei fluidi in regime turbolento e per alcune dimostrazioni in laboratorio.



Grazie all'interessamento del prof. Francesco Biasci e del Laboratorio Didattico Territoriale della Valdera, i Laboratori del Classico sono stati presentati al territorio in alcune occasioni: al convegno *Scienza e Cultura Classica, esperienze pontederesi ieri e oggi*, che si è tenuto al Liceo Classico il 30 maggio 2012, alla manifestazione *Prima Scienza*, presso il Parco Fluviale de La Rotta il 21 settembre 2013 e il laboratorio scientifico del classico è stato inserito nel percorso della rete museale della Valdera.

Nel 2012 sono stati inseriti nel progetto *Vieni a vedere…* di Pianeta Galileo e nel 2013 hanno ricevuto un nuovo riconoscimento dalla Regione Toscana nell'ambito delle attività denominate *Laboratori del Sapere Scientifico*.

Questa carrellata sui contenuti forse ha già permesso di individuare alcune delle caratteristiche del progetto, che sono essenzialmente:

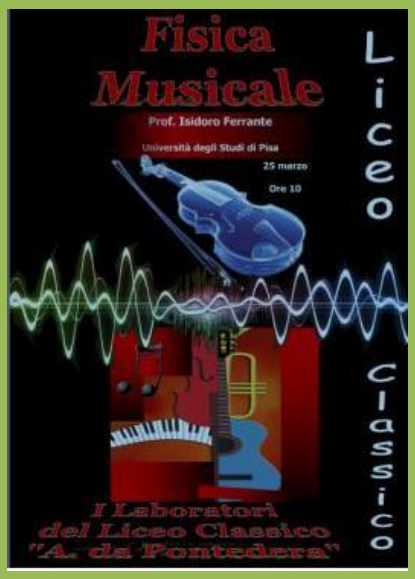
- innanzitutto l'attività di laboratorio, ritenuta fondamentale per comprendere la fisica e le scienze naturali; con l'osservazione di semplici fenomeni si stimola la curiosità e si

sollecitano i ragazzi a osservare il mondo che ci circonda, per fare ipotesi, formulare congetture, ragionare.. Non viene considerata come un semplice supporto, ma entra a far parte della didattica per far sì che cresca l'interesse per gli argomenti e migliori la comprensione dei fenomeni.

- Il lavoro viene svolto con classi intere, non solo con i ragazzi più capaci o più motivati: si sceglie un argomento e ogni studente ne esamina un aspetto individuando gli esperimenti più opportuni per comprenderlo; si stimola il lavoro di equipe, si fa sì che ognuno esprima considerazioni sul lavoro dei compagni, si fanno confronti, si esaminano effetti analoghi o contrastanti, si stimola l'ingegno e la fantasia.. Gli studenti presentano i risultati alla fine dell'anno scolastico, imparando ad esprimersi correttamente con il linguaggio specifico delle varie discipline.
- L'organizzazione delle attività è frutto della collaborazione tra studenti e insegnanti e la suddivisione degli incarichi tra i ragazzi porta ad accrescere il loro senso di responsabilità e produce una partecipazione positiva, impegnata e appassionata alla vita scolastica del Liceo.
- Si cercano e si esaminano le applicazioni delle scienze in altri ambiti di studio, quali la musica, l'arte, la medicina, l'economia.
- Si analizza il periodo storico in cui sono state effettuate le ricerche. Questo per arrivare ad un altro aspetto importante del progetto: quello di favorire un apprendimento critico delle difficoltà e dei successi che hanno accompagnato lo sviluppo del pensiero e del sapere umano, sia in ambito scientifico che in ambito umanistico.

Tutto questo viene realizzato per formare studenti capaci di esprimersi correttamente e con sicurezza, con una solida cultura umanistica, ma in grado di saper applicare anche i metodi della scienza al loro studio, guidati dalla consapevolezza che solo se si conosce bene l'ambito umanistico si può apprezzare in pieno anche quello scientifico e viceversa.

Dallo scorso anno i *Laboratori del Classico* stanno portando avanti un progetto di *Fisica Musicale*. Per la sua realizzazione è stato fondamentale il supporto dei docenti del *Piano Lauree Scientifiche* di Pisa. Abbiamo iniziato con la lezione del prof. Isidoro Ferrante presso la nostra scuola, che ha illustrato, anche con dimostrazioni pratiche, le caratteristiche del suono e delle onde sonore.



Abbiamo poi seguito le lezioni del Convegno *Musica e Rivoluzione Scientifica*, organizzato presso La Limonaia di Pisa: *Dalla pratica musicale al metodo sperimentale*, del prof. Sozzi e *Il sogno di Rameau: esistono i principi natuali dell'armonia?* del prof. Giudici, che hanno preceduto un concerto dell'ensemble *Il Rossignolo*, che ha eseguito alcuni brani connessi con gli argomenti trattati.

Un'altra lezione, *Dalla musica alla matematica: invito al viaggio*, è stata tenuta dal dott. Moreno Andreatta, matematico e ricercatore IRCAM: "*Piuttosto che applicare direttamente la matematica alla musica, il nostro invito al viaggio consisterà nel prendere come punto di partenza alcuni problemi musicali sollevati da compositori e teorici della musica per cercare di capire con quali strumenti matematici è possibile risolverli. Incontreremo, strada facendo, diverse rappresentazioni geometriche di strutture musicali, dall'orologio cromatico al nastro di Möbius, dalla spirale al toro. Ogni problema musicale ha, per certi versi, il proprio spazio geometrico di predilezione, le cui proprietà matematiche possono, a volte, essere fonte di ispirazione per nuovi ed inesplorati territori musicali".* Il prof. Steve Shore ha presentato il seminario *Ideare e creare: uno*

*strumento musicale originale basato sulla fisica*, per esplorare alcuni processi fondamentali su cui si basano la concezione e la costruzione di qualsiasi strumento a corda, a fiato o a percussione.

Al termine dello scorso anno alcuni studenti hanno partecipato a uno stage presso il Dipartimento di Fisica *Enrico Fermi* dell'Università degli Studi di Pisa con pratiche di laboratorio, che hanno previsto collegamenti tra teoria ed esperimenti, sul tema *Oscillazioni e Musica*.

Il 14 gennaio 2014 è stato invitato al Liceo Classico, nell'ambito delle attività proposte da Pianeta Galileo, il prof. Marco Sozzi, docente di Laboratorio di Fisica delle Interazioni Fondamentali, di Fisica III con Laboratorio e di Fisica Musicale presso l'Università degli studi di Pisa. Nella lezione illustrerà i legami tra la scienza e la musica, partendo dalla storia con il numero pitagorico e le leggi di Keplero, passando attraverso le scoperte dell'acustica per mostrare come tutti i fenomeni acustici siano ricchi di contenuti scientifici che hanno scandito l'evoluzione della fisica: dalla matematica delle scale musicali alla percezione logaritmica, alla comprensione dei legami tra parametri fisici e caratteristiche sonore con la dimostrazione di paradossi acustici, alla natura degli strumenti musicali, per arrivare ai sintetizzatori, al compact disc e agli MP3.

Il percorso successivo dovrebbe spingersi in due direzioni, la *Computer Music* e l'*Acustica Architettonica* (uso di edifici storici come spazi per la musica). Al momento ho preso contatti con un ricercatore del CNR, il dott. Leonello Tarabella, musicista informatico. Compone ed esegue brani digitali con potenzialità espressive non realizzabili con la strumentazione e la sintassi musicale della tradizione ed ha effettuato uno studio sull'acustica del Battistero del Duomo di Pisa; caratterizzato da echi e riverberi molto particolari, suggerisce la possibilità di composizioni musicali elaborabili con sistemi elettronici computerizzati.

Tutte le attività previste ne *I Laboratori del Classico* per l'a.s. 2013-2014, compresa la rinnovata partecipazione all'iniziativa *Primo Incontro Con La Scienza*, finalizzata a promuovere la

lettura di opere di divulgazione scientifica nelle scuole secondarie di II grado e nella quale seguo più di sessanta studenti del Classico, non sono state attualmente finanziate dalla scuola per mancanza di risorse economiche nel Fondo di Istituto. Assieme alle colleghe Monica Mascagni e Flaviana Prosperi ci dedichiamo al progetto senza retribuzione, perché quello in cui crediamo, la formazione degli studenti e il piacere dello studio, prescinde dal compenso economico. Le soddisfazioni ci arrivano dagli studenti. Non siamo ancora alla fine del primo quadrimestre e già sono stati premiati a livello nazionale, sempre per concorsi in cui erano necessarie sia competenze scientifiche che umanistiche: hanno pubblicato sulla rivista online "Euclide. Giornale di Matematica per i Giovani" un racconto sulla difesa di Siracusa da parte di Archimede e sono stati ammessi alle semifinali nazionali delle Olimpiadi della Cultura e del Talento, in cui si chiedono conoscenze e competenze in grammatica, logica, musica e lingua inglese.

Anna Maria Gennai

2 gennaio 2014