



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di Laurea in Scienze Psicologiche dello Sviluppo,

della Personalità e delle Relazioni interpersonali

Elaborato finale

Cause ed effetti del gender gap nei corsi

universitari di fisica

Causes and effects of gender gap in physics university courses

Relatrice:

Prof.ssa Barbara Arfe'

Laureando: Francesco Todeschini

Matricola n. 1192304

Anno Accademico 2021-2022

INDICE

INTRODUZIONE	1
1. IL GENDER GAP	3
1.1 IL GENDER GAP NELLE STEM E IN FISICA	5
1.2 LE PRINCIPALI CAUSE DEL GENDER GAP	9
1.2.1 Gli stereotipi di genere	10
1.2.2 Il ruolo dell'ambiente accademico	14
1.2.3 Gli stereotipi sulla fisica	16
2. LE CARATTERISTICHE INDIVIDUALI E IL LORO RUOLO NEL CONTESTO	
UNIVERSITARIO	19
2.1 MOTIVAZIONE E AUTO-EFFICACIA	20
2.2 IDENTITÀ	25
2.3 INTERESSE	31
3. DISCUSSIONE	35
4. CONCLUSIONI	41
5. BIBLIOGRAFIA	43

INTRODUZIONE

Gli studi sul *gender gap* fanno parte di un ambito di ricerca in rapida crescita negli ultimi decenni che punta a diminuire ed eliminare le differenze di genere in numerosi contesti e settori dove viene riscontrata un'ampia disparità nella partecipazione fra i generi. Uno dei contesti in cui è fondamentale comprendere e intervenire sul fenomeno è sicuramente l'ambiente di insegnamento delle discipline scientifiche, contesto in parte ancora legato agli stereotipi di genere.

In questa tesi vengono riassunte le cause e gli effetti del *gender gap* osservato nei corsi universitari di fisica e si discutono le principali tipologie di intervento che sono state progettate per contrastare e diminuire questo fenomeno.

Nella prima parte verranno analizzati i fattori ambientali e sociali che influenzano l'esperienza di apprendimento delle studentesse e il modo in cui contribuiscono a creare le differenze di genere osservate all'interno dei corsi universitari. In particolare, ci si concentrerà sugli stereotipi, sul ruolo che ricoprono all'interno delle dinamiche che si verificano nel contesto universitario e sulle pressioni che esercitano attraverso le persone con cui le studentesse interagiscono.

Nella seconda parte saranno descritte la motivazione, l'identità e l'interesse: caratteristiche individuali estremamente importanti per il coinvolgimento degli studenti nello studio e nell'apprendimento della fisica. Fattori fondamentali per diminuire le differenze di genere in fisica.

Infine, verranno discussi i principali tipi di intervento che la letteratura scientifica considera efficaci per contrastare e diminuire le differenze di genere. Gli interventi descritti possono essere volti a prevenire la formazione del *gender gap*, e saranno quindi svolti in contesti scolastici pre-universitari, oppure possono puntare a ridurre le differenze di genere direttamente a livello universitario.

1. IL GENDER GAP

Con il termine *gender gap* si intende una differenza duratura e significativa negli atteggiamenti verso, e opportunità e status per uomini e donne. Le varie modalità in cui queste differenze si manifestano negli ambienti sociali, lavorativi e educativi sono, almeno in parte, riconducibili ai differenti trattamenti che vengono riservati agli individui sulla base del loro genere di appartenenza.

Queste differenze derivano dalla visione culturale dei ruoli di genere presente nella società e la conseguente costruzione di stereotipi di genere che supportano il condizionamento sociale di quegli stessi ruoli. Per fornire delle definizioni specifiche e puntuali, secondo l'APA Dictionary of Psychology per ruolo di genere si intende “il modello di comportamento, i tratti della personalità e gli atteggiamenti che definiscono la mascolinità e la femminilità in una particolare cultura” (American Psychology Association [APA], 2022a), mentre uno stereotipo di genere è “un concetto relativamente stabile ed eccessivamente semplificato degli atteggiamenti e dei comportamenti considerati normali e appropriati per un maschio o una femmina in una particolare cultura” (American Psychology Association [APA], 2022b).

Gli stereotipi caratterizzano ogni aspetto della vita delle persone dalla sfera economica e lavorativa fino a quella cognitiva ed emotiva. Attraverso di essi l'ambiente sociale e culturale genera forti pressioni affinché l'individuo si conformi al ruolo di genere associato al suo sesso, plasmandone le caratteristiche e ostacolando ogni comportamento, atteggiamento o interesse che non rientra in quel ruolo.

Questo meccanismo sociale può influire ampiamente sulle scelte personali e le sue conseguenze si manifestano in modo più o meno evidente a seconda del contesto preso in considerazione. L'associazione di un genere a una determinata disciplina, per esempio, porta come conseguenza una minore partecipazione del genere discriminato all'interno degli ambienti e dei

settori legati a quell'insegnamento e il rafforzamento degli stereotipi che vedono, ad esempio le donne, come meno adatte a quel campo e meno competenti rispetto alle controparti maschili.

Gli stereotipi negativi inoltre provocano nei soggetti che ne sono vittima, un maggiore livello di ansia legato alla minaccia dello stereotipo, ciò influisce sulla performance dell'individuo danneggiando la percezione delle proprie abilità e capacità, il senso di appartenenza al gruppo e la motivazione verso la disciplina studiata.

1.1 IL GENDER GAP NELLE STEM E IN FISICA

Con *gender gap* nelle STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) si definiscono le differenze fra uomini e donne in termini di partecipazione, atteggiamento (verso la materia di studio) e identificazione con la disciplina all'interno degli ambienti universitari e lavorativi legati ai campi scientifici, tecnologici, ingegneristici e matematici.

Come in molti ambienti economici e sociali, anche in ambito educativo sono presenti numerose differenze e disparità fra i generi in diverse discipline. Le differenze più evidenti si possono ritrovare nel gruppo delle STEM che continuano a mantenere un importante, anche se variabile, divario fra i generi. Nonostante questo, nel corso degli ultimi decenni, il numero di studentesse che conseguono una laurea in una disciplina STEM è aumentato in modo costante. Nel 2018 negli Stati Uniti, il numero di studentesse che hanno conseguito una laurea di qualsiasi livello in una disciplina STEM è aumentato molto più velocemente rispetto ai decenni precedenti. In campo ingegneristico per esempio, le lauree triennali si sono più che duplicate nel corso di 10 anni (27,6 mila nel 2018; 12,92 mila nel 2008) e anche in matematica e statistica le lauree sono considerevolmente aumentate rispetto a 10 anni prima (11,49 mila nel 2018; 6,96 nel 2008) (Hamrick, 2021). Questi dati assoluti però, acquisiscono un significato molto diverso quando si relazionano con il numero totale di laureati di queste discipline.

Infatti, prendendo sempre ad esempio l'ambito ingegneristico, le donne rappresentano solo il 22,2% dei laureati del 2018 rispetto al 18,48% del 2008 (Hamrick, 2021). Nonostante in ingegneria vi sia stato comunque un miglioramento, la stessa cosa non può essere detta per le altre STEM: in fisica si è registrato un aumento minimo, soprattutto nelle lauree triennali (20,84% nel 2018; 20,26% nel 2008), mentre in matematica e statistica, nel corso degli stessi dieci anni, si è osservato un declino nel numero di lauree e dottorati conseguiti dalle ragazze (Hamrick, 2021).

Anche in Italia sono presenti differenze di genere molto evidenti all'interno delle discipline scientifiche e ingegneristiche. Secondo i dati Almalaurea nel 2019 il numero di studentesse che si

sono laureate in ingegneria rappresentava il 26,5% del totale, mentre nelle discipline scientifiche costituivano il 29,7% dei laureati (Antonelli et al., 2018).

La sproporzione numerica fra maschi e femmine nella partecipazione alle STEM non rappresenta l'unica differenza di genere riscontrata all'interno di questi corsi universitari. Altri dati ricorrenti nelle ricerche sulla fisica riguardano il *gender gap* nel livello di *performance*. Essi mostrano una differenza significativa a favore dei ragazzi all'interno dei corsi universitari di introduzione alla fisica, soprattutto quando vengono utilizzati metodi di insegnamento tradizionali (Kost et al., 2009). Nonostante in alcune ricerche si sia osservato che l'introduzione e l'uso di metodi di insegnamento alternativi riduca il *gender gap* (Lorenzo et al., 2006), altri studi riportano solo una parziale eliminazione delle differenze di genere (Kost et al., 2009), mentre altri hanno osservato un aumento delle differenze nella performance (Maries et al., 2020). Questo prova che l'applicazione di nuovi metodi di insegnamento non è sufficiente a ridurre il *gender gap* e sottolinea la complessità degli elementi e delle interazioni che causano queste disuguaglianze. È importante sottolineare che le disuguaglianze nella performance sono presenti anche nei test somministrati prima dell'inizio dei corsi universitari, ciò evidenzia che le differenze non sono completamente attribuibili all'ambiente universitario, dove però si possono osservare gli effetti maggiori (Kost et al., 2009; Nissen & Shemwell, 2016).

Numerosi studi hanno esplorato e individuato alcuni fattori che influenzano la prestazione degli studenti nello studio della fisica. Uno di questi è il livello di *performance* in matematica. Secondo uno studio di Hazari et al. (2010), infatti, gli studenti considerano la matematica un aspetto fondamentale per potersi definire competenti in ambito scientifico (Hazari et al., 2010), di conseguenza, gli elementi che confermano questa competenza (ad esempio risultati scolastici positivi o eccellenti), rappresentano un eccellente fattore predittivo per il livello di *performance* a livello universitario (Kost et al., 2009). Questa percezione di competenza in un ambito che lo

studente considera necessario per studiare fisica, modifica in modo positivo o negativo l'immagine di sé, portando l'individuo a sentirsi più o meno competente e alterando la sua *performance*.

La *performance* nei primi corsi di fisica è particolarmente importante perché il successo personale ottenuto a livello universitario condiziona l'interesse degli studenti verso la disciplina e influenza la probabilità che lo studente ha di proseguire la formazione fino alla laurea (Kost et al., 2009). Queste differenze nella *performance* si ripercuotono anche nelle valutazioni conclusive dei corsi. Kost et al. (2009) hanno notato che non vi sono differenze di genere significative nel voto finale, ma vi sono differenze negli elementi che concorrono a definire quest'ultimo: i maschi ottengono un punteggio in media maggiore nell'esame scritto, mentre le femmine hanno una valutazione più alta nei compiti e nella partecipazione in classe. Nonostante non si trovino differenze significative fra maschi e femmine nelle valutazioni finali dei singoli corsi analizzati, Kost et al. (2009) hanno sottolineato che "la differenza fra maschi e femmine nel voto complessivo del corso è statisticamente significativa quando si calcola la media su tutti e sette i semestri" (Kost et al., 2009, p. 5), questo rimarca le conseguenze negative che le differenze di *performance* contribuiscono a creare.

Alcuni studi riportano differenze nel modo in cui studenti e studentesse fanno esperienza degli ambienti e delle modalità di apprendimento e indicano come questa diversa percezione delle relazioni con gli altri porti le studentesse a percepirsi come meno portate per la fisica, aumentando le probabilità di abbandono degli studi (Nissen & Shemwell, 2016). Queste differenze sono probabilmente il risultato di una complessità di fattori, come le possibili differenze di trattamento, la percezione dell'ambiente di apprendimento (Nissen & Shemwell, 2016) o gli aspetti delle esperienze vissute che verranno percepiti come significativi, e che saranno diversi per ogni individuo (Bieg et al., 2014).

1.2 LE PRINCIPALI CAUSE DEL GENDER GAP

Le differenze di genere osservate in fisica dalla ricerca scientifica sono il risultato dell'interazione tra caratteristiche ambientali e fattori individuali. I fattori ambientali comprendono quegli elementi sociali e culturali del contesto che influenzano l'individuo e i suoi comportamenti, come per esempio, gli stereotipi sulla donna, gli stereotipi sulla fisica, le modalità di insegnamento e le interazioni con i pari. Questi fattori modificano la percezione, le credenze e le motivazioni delle studentesse, plasmandone gli atteggiamenti e i comportamenti e portando alle differenze di genere descritte nelle sezioni precedenti.

I primi elementi che possono contribuire al gender gap in fisica sono le differenze nella preparazione scolastica in fisica e matematica. Secondo una ricerca, le ragazze in media frequentano meno lezioni di fisica rispetto ai loro compagni di liceo, mentre i corsi di matematica non presentano disparità di genere (Kost et al., 2009).

Per comprendere l'impatto di queste differenze, alcuni ricercatori hanno somministrato il FMCE (Force and Motion Concept Evaluation) all'inizio e alla fine del primo semestre dei corsi universitari di fisica e hanno evidenziato un'ampia disparità nella conoscenza concettuale della fisica fra maschi e femmine, sia fra gli studenti che avevano preso lezioni di fisica durante la scuola superiore sia fra quelli che non avevano studiato la materia prima dell'università (Kost et al., 2009). Nonostante nel pre-test vi fosse un gender gap maggiore fra gli studenti che avevano frequentato le lezioni di fisica al liceo, nei risultati del post-test la situazione si era ribaltata e la disparità era molto più ampia fra i ragazzi che avevano iniziato a studiare la disciplina all'università (Kost et al., 2009).

Questo ampliamento delle differenze fra i generi indubbiamente non viene modellato solo dalla preparazione precedente all'ingresso in università, ma contribuisce a plasmare la percezione che gli studenti hanno di sé e il livello di competenza che sentono di avere nella disciplina.

Anche le differenze di genere nella percezione dell'esperienza vissuta nell'ambiente di apprendimento sono estremamente importanti, esse modificano diversamente gli atteggiamenti e le

credenze che i ragazzi e le ragazze hanno verso la disciplina (Kost et al., 2009) e concorrono a formare il *gender gap*. Un esempio è la quantità di esperienze extracurricolari legate alla fisica (hobby, media, libri), queste attività influenzano la competenza e la conoscenza che gli studenti percepiscono di avere sulla fisica (Hazari et al., 2008; Jones et al., 2000) e, di riflesso, contribuisce a modificare il loro livello di performance.

1.2.1 Gli stereotipi di genere

Gli stereotipi di genere sono indubbiamente un elemento fondamentale delle cause che contribuiscono alla disparità di genere nelle discipline STEM e in fisica. Come precedentemente riportato, uno stereotipo è un insieme di preconcetti sugli atteggiamenti e comportamenti considerati appropriati per un maschio o per una femmina all'interno di una cultura, esso comporta una pressione sociale più o meno consapevole che spinge l'individuo a conformarsi allo stereotipo sociale.

La pressione esercitata dall'ambiente sociale incentiva gli uomini ad applicarsi nei campi delle STEM perché considerati più adatti dagli stereotipi di genere e dalle caratteristiche attribuite al ruolo di genere maschile (Reinking & Martin, 2018). Allo stesso modo, le donne vengono scoraggiate dal perseguire un percorso scientifico perché considerate poco competenti in discipline come la matematica o la fisica (Kalender et al., 2020) e sono spronate ad applicarsi e a eccellere in altre discipline (Reinking & Martin, 2018).

Secondo molti ricercatori, il *gender gap* è la diretta conseguenza delle pratiche di socializzazione utilizzate nei paesi occidentali durante l'infanzia, pratiche che trasmettono gli stereotipi e le pressioni che essi comportano, come ad esempio la minaccia dello stereotipo (Reinking & Martin, 2018). Per socializzazione si intende “il processo per cui gli individui acquisiscono abilità, credenze valori e comportamenti necessari per funzionare efficacemente nella società o in un gruppo specifico” (American Psychology Association [APA], 2022h). Nei paesi

occidentali le caratteristiche di questo processo sono diverse per maschi e femmine, esse si basano sui preconcetti sociali dei ruoli di genere che vengono comunicati alle bambine, in modo consapevole o inconsapevole, da figure di riferimento come genitori e insegnanti, (Reinking & Martin, 2018). La socializzazione avviene quindi anche, e forse soprattutto, all'interno dei contesti familiari, dove i caregiver influenzano la motivazione e l'interesse verso i temi trattati dalle STEM (Reinking & Martin, 2018). Per esempio, esporre i bambini a determinati giochi, oggetti ed esperienze influenzerà i loro interessi e le loro capacità in quel campo specifico (Reinking & Martin, 2018). Inoltre, le percezioni dei genitori influenzano i comportamenti che assumono con i bambini e, di riflesso, le performance e le scelte dei loro figli (Eccles, 2015). Per esempio, quando le ragazze ottengono un buon voto in un test di matematica, i genitori sono più propensi a considerare come causa di quel risultato l'impegno e la preparazione nello studio, mentre ai ragazzi viene più spesso attribuito un talento naturale, nonostante i voti siano gli stessi per entrambi i generi. In entrambi i casi, con il passare del tempo si attiva il fenomeno della profezia che si autoavvera e il genitore sarà sempre più incline a considerare i risultati ottenuti dal figlio o dalla figlia come una prova delle proprie credenze, che verranno quindi rafforzate a discapito delle altre possibili spiegazioni (Eccles, 2015). Il circolo vizioso creato dalla profezia che si autoavvera porta i genitori ad attribuire alle proprie figlie un talento naturale in discipline non scientifiche, come quelle artistiche o linguistiche, senza quindi mettere in dubbio le proprie convinzioni (Eccles, 2015). Lo studio di Eccles (2015) afferma che queste preconcezioni sfavoriscono le bambine, perché portano i genitori a sottostimare le loro abilità e, attraverso i comportamenti consci e/o subconsci che derivano da questa percezione, a influenzare negativamente lo sviluppo delle loro abilità matematiche (Eccles, 2015).

La propensione di un genitore a spiegare la scienza è un altro tipo di interazione genitore-figlio che aumenta le differenze di genere fra maschi e femmine. Infatti, un bambino ha molte più probabilità di ricevere spiegazioni di un fenomeno scientifico da un genitore rispetto a una bambina, nonostante

non vi siano differenze nei modi in cui i bambini e le bambine interagiscono con gli esperimenti (Crowley et al., 2001).

Ogni ragazza, quindi, viene a contatto per molto tempo durante il corso della sua vita sociale e scolastica con le idee e i preconcetti generati dagli stereotipi di genere e questo influisce negativamente sulla sua performance e sull'esperienza di studio in un campo già considerato esclusivamente maschile (Kalender et al., 2020). Infatti, la paura di confermare lo stereotipo negativo genera ansia e stress, impattando in modo sfavorevole sulla performance delle studentesse che, di conseguenza, raggiungono risultati peggiori di quelli che potrebbero ottenere, in un esempio perfetto del fenomeno della profezia che si autoavvera (Hazari et al., 2010; Kalender et al., 2020).

Il fenomeno della minaccia dello stereotipo svolge quindi un ruolo fondamentale nella dinamica creata dagli stereotipi di genere e influenza in modo più o meno consistente tutte le ragazze che decidono di frequentare e studiare una disciplina STEM.

Secondo l'APA Dictionary la minaccia dello stereotipo è "l'aspettativa di un individuo che gli stereotipi negativi sui membri del proprio gruppo di appartenenza influenzino negativamente il giudizio degli altri sulle proprie prestazioni e che una prestazione scarsa si rifletterà negativamente sui membri di quel gruppo." (American Psychology Association [APA], 2022i).

Questa minaccia compromette le reali capacità delle studentesse durante lo svolgimento di attività e test perché l'ansia che viene generata limita la memoria di lavoro, riducendo le capacità cognitive utilizzate durante i compiti assegnati (Kalender et al., 2019a; Maries et al., 2020), peggiorando la performance e riducendo l'identificazione con il prototipo della disciplina (Kalender et al., 2019b). Per esempio, la minaccia dello stereotipo causata dai *bias* negativi relativi alle abilità matematiche delle donne ne minano il successo e il livello di performance nei test (Ahlqvist et al., 2013) contribuendo alla formazione del gender gap.

È importante sottolineare che l'effetto della minaccia dello stereotipo è correlato positivamente all'interesse verso la disciplina: maggiore è l'interesse dell'individuo verso un determinato campo

scientifico e maggiore sarà la preoccupazione di confermare i preconcetti degli stereotipi (Cheryan & Plaut, 2010). Una possibile spiegazione di questa correlazione potrebbe essere che le donne che dimostrano un interesse maggiore tendono a identificarsi maggiormente con la disciplina e questo le rende più suscettibili alle minacce dello stereotipo rispetto alle donne che sono meno interessate (Cheryan & Plaut, 2010). In altre parole, essendo la fisica una parte molto più importante della loro identità, gli stereotipi mettono sotto pressione una componente significativa dell'identità personale che le norme sociali non considerano adeguata al loro ruolo di genere femminile.

La minaccia dello stereotipo ha un diverso peso anche a seconda delle credenze che l'individuo possiede su quello stesso stereotipo. Per esempio, in uno studio di Maries et al. (2020) è stato somministrato un test per valutare le conoscenze degli studenti su alcuni argomenti di fisica trattati nei primi corsi di studio. I risultati hanno evidenziato che, nonostante nel pre-test non sono presenti differenze significative fra le ragazze in accordo con lo stereotipo e quelle in disaccordo, nel post test, le prime hanno una performance significativamente peggiore rispetto alle seconde (Maries et al., 2020). Ciò significa che le studentesse che considerano reali gli stereotipi di genere sulla fisica sono più vulnerabili alla minaccia dello stereotipo e subiscono maggiormente le sue conseguenze negative nei corsi di introduzione alla fisica (Ahlqvist et al., 2013; Maries et al., 2020).

Infine, gli stereotipi di genere sulla fisica, e sulle STEM in generale, possono compromettere il senso di appartenenza delle studentesse verso la disciplina e ridurre la qualità delle esperienze vissute (Kalender et al., 2019a; Nissen & Shemwell, 2016), generando disparità di genere a livello motivazionale e di identità (Kalender et al., 2019b). Questo porta molte ragazze a perdere interesse per la materia e a ritirarsi dagli ambiti di studio o di lavoro associati alle STEM (Ahlqvist et al., 2013; Cheryan & Plaut, 2010; Hill et al., 2010).

1.2.2 Il ruolo dell'ambiente accademico

Un'altra causa fondamentale del *gender* gap che deve essere citata è l'ambiente di apprendimento della disciplina. infatti, il campo della fisica nei paesi occidentali è stato, e in parte è ancora percepito, come un ambito di studio esclusivamente maschile. Non a caso, come descritto precedentemente, i ragazzi che frequentano i corsi universitari di fisica sono in proporzione molti di più delle ragazze (Hazari et al., 2010; Nissen & Shemwell, 2016). Le studentesse sono quindi più esposte agli stereotipi di genere, che influenzano più o meno negativamente la motivazione e l'identificazione con la fisica (Kalender et al., 2019a).

Un esempio di ciò può essere dato dalla somiglianza percepita (*perceived similarity*), ovvero le caratteristiche che le studentesse percepiscono comuni fra la loro identità individuale e l'identità degli individui che lavorano e studiano in un determinato campo (Cheryan & Plaut, 2010), in questo caso la fisica. La percezione di tratti simili con altre persone contribuisce a modulare l'interesse verso la disciplina e influisce sulla probabilità che una ragazza scelga un ambito di studio legato alle STEM (Cheryan & Plaut, 2010). Per esempio, una ricerca riporta che la percezione di somiglianza verso l'informatica è un fattore predittivo nella scelta del corso di laurea, più una studentessa percepisce somiglianze con le persone che lavorano in quell'ambito di studio e più è portata a considerarlo come un percorso di studio che può decidere di intraprendere (Cheryan & Plaut, 2010).

Analogo peso ha l'influenza dei pari. Molti ricercatori si sono concentrati sul ruolo che le relazioni tra pari ricoprono all'interno dei meccanismi decisionali degli adolescenti e alcune ricerche hanno evidenziato una correlazione fra i risultati raggiunti dagli studenti e i risultati dei loro amici (Crosnoe et al., 2008). Ciò potrebbe essere determinato dalla volontà degli adolescenti di essere accettati all'interno del gruppo di pari (Reinking & Martin, 2018). Alcune ricerche supportano questa interpretazione, sottolineando come il supporto e l'accettazione da parte dei pari sono importanti fattori che costruiscono la percezione positiva o negativa delle esperienze scolastiche e come i feedback, positivi o negativi, dei pari influenzano profondamente i

comportamenti e le scelte dell'adolescente (Reinking & Martin, 2018). Visto che poche ragazze decidono di frequentare corsi legati alle discipline STEM, è possibile che il feedback dei pari sia da loro percepito come negativo (Reinking & Martin, 2018), portando alcune studentesse a rinunciare a perseguire percorsi scientifici e a dedicarsi ad altre discipline.

A livello universitario anche i professori ricoprono una posizione che può esercitare una forte influenza. Il loro comportamento e atteggiamento può modificare le credenze, la motivazione, la performance e il senso di appartenenza degli studenti e delle studentesse in particolare. Per esempio, un docente che loda la performance di uno studente definendola un segno della sua naturale intelligenza, spinge gli studenti verso una visione dell'intelligenza come costruito fisso e immutabile, e questo avrà un impatto negativo sulla performance delle studentesse a cui, a causa degli stereotipi di genere, non viene solitamente attribuito un talento naturale (Kalender et al., 2019a) o una genialità innata (Kalender et al., 2019b).

Il mancato riconoscimento da parte dei professori può dipendere, per esempio, da *bias* inconsci dei professori o da comportamenti superficiali che vengono interpretati come negativi dalle studentesse. Il professore potrebbe avere dei *bias* inconsci relativamente alla competenza degli studenti ed esprimerli in modo più o meno esplicito durante le interazioni con gli studenti, anche se vuole trattare tutte le persone equamente (Kalender et al., 2019a). In altri casi invece, nonostante il comportamento del docente o di un assistente non abbia alcun intento negativo nei confronti della studentessa, a causa degli stereotipi di genere negativi, le donne possono subire la minaccia dello stereotipo, internalizzare l'atteggiamento ambiguo o superficiale del docente come ostile e non sentirsi sufficientemente supportate da colui che dovrebbe rappresentare una figura di riferimento (Ahlqvist et al., 2013; Kalender et al., 2019b). A questo bisogna aggiungere che, essendo un gruppo minoritario all'interno della fisica, le donne sono più inclini a interpretare negativamente le situazioni ambigue (Ahlqvist et al., 2013; Kalender et al., 2019b).

In conclusione si può affermare che, in assenza di un ambiente di apprendimento equo e non discriminante, la pressione dell'ambiente universitario e delle persone che ne fanno parte può aumentare lo stress sperimentato dalle studentesse, compromettendone i risultati e contribuendo alla disparità di genere nella fisica (Kalender et al., 2020).

1.2.3 Gli stereotipi sulla fisica

Come ogni gruppo sociale, anche la comunità della fisica possiede uno specifico prototipo, ovvero “un evento, o individuo considerato come tipico di una categoria [sociale] e che rappresenta quella categoria” (American Psychology Association [APA], 2022f). Ogni prototipo incarna le caratteristiche e i tratti fondamentali che la società percepisce come distintivi di un gruppo specifico (Cheryan & Plaut, 2010), e ogni individuo si identificherà più o meno profondamente con questi caratteri in base a quanto si sente parte di quella categoria e a quanto percepisce di essere riconosciuto dagli altri come parte di quel gruppo. Quindi, il prototipo dell'individuo che frequenta i corsi universitari di fisica, entrerà più o meno in conflitto con l'identità di ogni uomo o donna che studia o vuole studiare quella disciplina e, a seconda di quanti tratti lo studente/la studentessa percepirà in comune con il prototipo, esso influenzerà le sue esperienze, i suoi risultati e le sue decisioni

Le caratteristiche più comunemente associate alle discipline scientifiche attraverso gli stereotipi sono: tratti di personalità introversa, comportamenti legati alla sfera del disagio sociale (*social awkwardness*), ovvero a una condizione caratterizzata da un senso di inadeguatezza dell'individuo rispetto al sistema sociale in cui è inserito, (Cheryan et al., 2015; Reinking & Martin, 2018), l'utilizzo della logica e della ragione e la poca importanza attribuita all'aspetto fisico (Ahlqvist et al., 2013). Tali caratteri entrano in conflitto con i tratti comunemente attribuiti al genere femminile e alla donna che, secondo gli stereotipi, deve possedere ottime abilità sociali e relazionali, e deve essere guidata dalle emozioni (Ahlqvist et al., 2013). Questo porta l'immagine

stereotipata della donna ad avere caratteristiche opposte a quelle del prototipo che viene associato alle STEM e alla cultura lavorativa legata a quegli ambienti (Reinking & Martin, 2018).

Un'altra fondamentale caratteristica associata alle persone che lavorano nel campo della fisica è la genialità, ovvero l'idea secondo cui per poter eccellere nella disciplina si debba essere particolarmente brillanti e geniali (Kalender et al., 2019b), tratti considerati innati e spesso immutabili (Archer et al., 2017; Kalender et al., 2020) e associati allo stereotipo maschile anche da bambini e bambine molto piccoli (Bian et al., 2017). Questa mentalità che considera possibile raggiungere il successo in fisica solo attraverso un'abilità innata porta gli studenti, e in modo particolare le ragazze, a percepire le difficoltà e i fallimenti ottenuti come una mancanza innata di abilità, riducendo l'interesse e la volontà di migliorare (Kalender et al., 2020). Infine, la figura dello scienziato geniale associata ai campi scientifici trasmette un'immagine errata e antiquata della ricerca scientifica, diventata ormai un lavoro collettivo, e delle persone che la conducono, ossia, ricercatori con competenze e specializzazioni anche molto diverse. Questa visione falsata dell'ambiente e delle interazioni fra i professionisti che vi lavorano costituisce un'ulteriore pressione sulle studentesse e sulla loro motivazione a proseguire gli studi (Kalender et al., 2019b).

Come per gli stereotipi di genere quindi, anche i pregiudizi sulla fisica possono attivare la minaccia dello stereotipo, portando le studentesse a sentirsi inadeguate e a pensare di non possedere le abilità necessarie per poter studiare e lavorare nel campo della fisica (Kalender et al., 2020). La minaccia dello stereotipo può essere inserita all'interno di un gruppo di fattori denominato minacce all'identità sociale (*Social Identity Threats, SIT*), elementi legati agli stereotipi di genere che influenzano l'interesse verso una disciplina (Cheryan & Plaut, 2010). Tutti questi elementi si basano su pregiudizi che l'ambiente sociale ha sugli studenti in base al loro genere di appartenenza, pregiudizi che influenzano la percezione che gli stessi studenti hanno della propria identità in relazione alla fisica, anche quando si fondano su credenze false. Per esempio, se una ragazza si sente dire che non ha le abilità per studiare la fisica, anche se questa affermazione è falsa

la ragazza potrà sentirsi minacciata dagli stereotipi di genere, e quindi, sentirsi meno competente nella disciplina.

Cheryan & Plaut (2010) riassumono le principali forme in cui le *SIT* si possono manifestare: la minaccia dello stereotipo, la convinzione che si verrà discriminati nell'ambito esaminato, la percezione di non sentirsi valorizzati nella disciplina e la sottorappresentazione del proprio gruppo.

Così come le differenze fra l'identità di un individuo e le caratteristiche associate al prototipo hanno effetti negativi sul livello di identificazione delle donne con il gruppo dei fisici, allo stesso modo i tratti che vengono percepiti come comuni migliorano gli atteggiamenti delle studentesse verso la disciplina (Hannover & Kessels, 2004). È inoltre fondamentale evidenziare che le somiglianze percepite (*perceived similarity*) sono parte della visione personale dell'individuo e vengono quindi costruite sulla base delle credenze, conoscenze ed esperienze individuali di ogni persona, ma questo non riduce gli effetti reali che ne conseguono (Cheryan & Plaut, 2010). Per questo le persone tendono ad avvicinarsi a individui che percepiscono simili a loro e a interessarsi ad argomenti che considerano compatibili con la propria identità e, viceversa, legano meno facilmente con chi è dissimile (Cheryan & Plaut, 2010).

Il pensiero di sentirsi accettato, di riuscire a inserirsi nel gruppo e di sentirsi parte di esso. nonostante le diversità, gioca quindi un ruolo fondamentale nel processo di scelta degli studenti e soprattutto delle studentesse. Questi pensieri portano inevitabilmente a un confronto fra la propria identità e le caratteristiche del prototipo (basato sugli stereotipi) della disciplina considerata che, nonostante siano solo caratteristiche percepite, influenzeranno più o meno negativamente le scelte professionali delle ragazze.

2. LE CARATTERISTICHE INDIVIDUALI E IL LORO RUOLO NEL CONTESTO UNIVERSITARIO

Gli elementi che sono stati considerati fino a questo punto riguardano le influenze che l'ambiente esercita sulle persone e come le persone e le loro credenze modificano la loro percezione di sé stesse e dell'ambiente attorno a loro. Ogni individuo, però, deriva dall'interazione dei diversi ambienti in cui interagisce con le proprie caratteristiche personali che determinano i processi decisionali e le scelte individuali che ogni persona persegue.

Nelle ricerche riguardanti il *gender gap* nelle STEM è stata data molta importanza a diversi fattori quali la motivazione e in particolare l'auto-efficacia (Kalender et al., 2019a; Li & Singh, 2021; Nissen & Shemwell, 2016), l'interesse (Häussler & Hoffmann, 2002; Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2011) e l'identità (Ahlqvist et al., 2013; Hazari et al., 2010, 2017). Questi elementi personali definiscono gli atteggiamenti e i comportamenti dell'individuo all'interno dell'ambiente e, interagendo con i fattori esterni, definiscono l'esperienza di apprendimento, i risultati delle performance e le scelte di studio e di carriera degli studenti.

2.1 MOTIVAZIONE E AUTO-EFFICACIA

La motivazione viene definita come “un impulso che dà uno scopo o una direzione al comportamento e che si presenta [in ogni individuo] [...] a livello conscio o inconscio.” (American Psychology Association [APA], 2022e). La motivazione è uno stato che viene costruito attivamente da un individuo attraverso: l’azione compiuta nel proprio ambiente, la valutazione delle proprie capacità prima e durante lo svolgimento dell’azione e l’utilizzo delle proprie risorse per raggiungere un determinato obiettivo (Mason, 2019). In altre parole, può essere definita come l’elemento che permette l’attivazione del comportamento e lo orienta dandogli una specifica direzione (Mason, 2019). Quindi “essere motivato [...] non significa solo attivarsi, ma farlo per un obiettivo in ragione del quale si mettono in atto strategie diverse.” (Mason, 2019, p. 104).

Il concetto di motivazione, oltre alla dimensione legata al ruolo attivo che l’individuo ricopre nel suo sviluppo, comprende altri due aspetti fondamentali: la percezione che l’individuo ha di sé in rapporto all’attività svolta e ai risultati (positivi/negativi) che ottiene, e gli strumenti che la persona utilizza per conseguire i suoi obiettivi (Mason, 2019). Il primo comprende le idee che lo studente ha della propria competenza e il modo in cui percepisce le proprie difficoltà, percezioni che vengono modellate dall’ambiente e dai risultati ottenuti precedentemente (Mason, 2019). Il secondo, invece, si riferisce alle modalità utilizzate nel processo di autoregolazione, in altre parole, le modalità con cui “uno studente pianifica, organizza, controlla e valuta il proprio comportamento rivolto a uno scopo” (Mason, 2019, p. 105). Nell’ambiente universitario i comportamenti caratterizzati da alti livelli di motivazione sono stati correlati con risultati accademici migliori (Ahlqvist et al., 2013), una migliore regolazione delle strategie di apprendimento e una maggiore partecipazione in classe (Pintrich & De Groot, 2003).

La motivazione può essere mossa da bisogni o motivi diversi e, in base al motivo che la genera, può essere definita come motivazione intrinseca o estrinseca. La motivazione intrinseca

sostiene l'attivazione di determinati comportamenti attraverso il senso di soddisfazione spontaneo che si prova quando si svolge un'attività che si trova piacevole o in cui ci si sente competenti (Mason, 2019). Al contrario, la motivazione estrinseca caratterizza tutti i comportamenti messi in atto per ottenere una ricompensa o per evitare una conseguenza negativa, questo tipo di motivazione viene quindi attivata tramite un rinforzo (Mason, 2019). Le donne sperimentano un livello maggiore di motivazione estrinseca in fisica (Nissen & Shemwell, 2016) e questo le rende più vulnerabili alle esperienze negative (per esempio, performance o risultati negativi, mancanza di valorizzazione da parte dei pari o dei professori).

Un aspetto motivazionale fortemente analizzato dalla ricerca scientifica è il senso di efficacia (o auto-efficacia). L'auto-efficacia è “la fiducia nella propria capacità di avere successo in uno specifico compito, corso, o argomento” (Li & Singh, 2021, p. 1), essa determina il coinvolgimento e la performance che gli individui raggiungono nel compito che stanno svolgendo (Li & Singh, 2021) e ricopre un ruolo essenziale nella determinazione degli stati emotivi e motivazionali dell'individuo (American Psychology Assosiation [APA], 2022g).

L'auto-efficacia condiziona i comportamenti e gli atteggiamenti dell'individuo influenzando la motivazione e l'interesse verso l'attività. Per esempio, uno studente con un alto senso di auto-efficacia percepirà le difficoltà che incontra nel percorso di apprendimento come sfide da superare, come opportunità che gli permettono di sviluppare e migliorare le proprie abilità e conoscenze, questa visione dinamica aumenterà l'interesse verso la disciplina e lo renderà più incline a farsi coinvolgere in attività più complesse e difficili (Kalender et al., 2020; Li & Singh, 2021). Al contrario, lo studente con un basso senso di efficacia tenderà a percepire le difficoltà incontrate nel corso dell'apprendimento come minacce e a interpretarle come un limite delle sue competenze, ciò aumenta lo stress, influisce negativamente sulla performance, e diminuisce l'interesse verso la disciplina (Kalender et al., 2020; Li & Singh, 2021). Il livello di auto-efficacia, quindi, plasma gli atteggiamenti degli studenti influenzando i processi di auto-regolazione e, di conseguenza, le

strategie di apprendimento che vengono messe in atto (Kalender et al., 2020). Per esempio, una studentessa che ha un buon senso di auto-efficacia si sentirà in grado di comprendere un argomento trattato a lezione (competenza) e applicherà più strategie di studio per internalizzare i concetti studiati, questo aumenterà la competenza e l'auto-efficacia che sente di avere sulla disciplina.

Gli elementi principali che determinano il livello di auto-efficacia di uno studente riguardano la percezione dell'ambiente e delle esperienze di apprendimento, i feedback dell'ambiente e gli stati psicologici dell'individuo (Kalender et al., 2019a). Per esempio, la preparazione nelle abilità matematiche e fisiche, ovvero quanto l'ambiente ha contribuito alla formazione pre-universitaria, modella le differenze di genere nell'auto-efficacia e influenzano indirettamente l'apprendimento (Kalender et al., 2020). Un altro esempio può essere fornito dalle interazioni con i pari all'interno della classe, percepirsi come parte di una minoranza all'interno del gruppo dei pari aumenta il livello di ansia e riduce il senso di appartenenza all'ambiente, diminuendo il senso di auto-efficacia (Kalender et al., 2019a, 2020).

Anche la motivazione e l'auto-efficacia presentano differenze di genere sbilanciate: in fisica i maschi hanno in media una motivazione e un senso di auto-efficacia più elevato rispetto alle loro compagne (Kost-Smith et al., 2010; Li & Singh, 2021). Anche se la ricerca ha appurato che la motivazione e l'auto-efficacia diminuiscono per tutti gli studenti durante il primo semestre universitario, è stato comunque evidenziato un calo molto più consistente nelle ragazze e, di conseguenza, un ampliamento significativo del *gender gap* nei post-test somministrati al termine dei corsi (Li & Singh, 2021; Nissen & Shemwell, 2016). Questa differenza è particolarmente marcata in fisica e si è rivelata difficile da arginare, nonostante l'introduzione di tecniche di coinvolgimento interattivo degli studenti nel metodo di insegnamento (Nissen & Shemwell, 2016).

Il *gender gap* dei fattori motivazionali influisce in modo significativo sul livello di performance e sugli atteggiamenti e comportamenti che le studentesse hanno nel corso dell'apprendimento della disciplina (Cheryan & Plaut, 2010). Per esempio, la qualità dei fattori

motivazionali ha ripercussioni sulla tenacia e sull'impegno degli studenti (Kalender et al., 2019a). In corsi di studio come la fisica, e più in generale nei corsi STEM, il livello di motivazione delle studentesse può essere minato dagli stereotipi e dai comportamenti ad essi collegati (Kalender et al., 2019a) e ciò conferma che la loro motivazione è più dipendente da elementi esterni quali, il riconoscimento delle proprie capacità da parte degli altri, il supporto fornito dagli insegnanti o le credenze su come i pari vengono percepiti dagli studenti (Kalender et al., 2019a).

Nonostante il ruolo ricoperto dall'ambiente, è importante sottolineare che alcune delle differenze di genere più ampie dell'auto-efficacia sono legate anche alla percezione personale degli studenti che, anche quando non forniva una rappresentazione puntuale della realtà e dei feedback forniti dal contesto, influenzava la performance e i risultati ottenuti dalle studentesse (Kalender et al., 2020). A differenza degli studenti maschi quindi, il senso di auto-efficacia delle studentesse dipende, almeno in parte, anche da come le ragazze interpretano, tramite il proprio senso di auto-efficacia, il giudizio e i comportamenti degli altri (Kalender et al., 2019a), soprattutto quando tali comportamenti risultano ambigui.

Le interazioni con i pari e con i professori possono quindi aumentare o ridurre la motivazione a impegnarsi delle studentesse e incidere sulla loro identificazione con il prototipo sociale associato alle STEM (Hazari et al., 2010; Kalender et al., 2019a). Alcune ricerche hanno evidenziato che il riconoscimento percepito (*perceived recognition*) dalle studentesse, ovvero la percezione di essere riconosciuti come competenti in un determinato campo, è correlata al senso di auto-efficacia e al senso di appartenenza alla disciplina studiata, correlazione non presente negli studenti maschi, e che conferma la vulnerabilità delle donne rispetto ai giudizi degli altri (Kalender et al., 2019a). Inoltre, le studentesse tendono a sentirsi poco riconosciute dai professori nei progressi e risultati che raggiungono durante i corsi (Kalender et al., 2019a) e questo porta a un peggioramento dell'esperienza di apprendimento e nella percezione della propria competenza in fisica.

Quindi, l'auto-efficacia è in relazione con alcuni effetti positivi o negativi che possono migliorare l'esperienza e l'apprendimento degli studenti di fisica.

Il primo riguarda il rapporto fra l'auto-efficacia e il senso di appartenenza: essendo in stretta relazione fra di loro, almeno per alcuni corsi specifici (Kalender et al., 2019a), ciò significa che, creando un ambiente dove le studentesse sperimentano un buon senso di appartenenza, le ragazze si sentiranno più valorizzate dai professori e dai pari e questo aumenterà il loro senso di auto-efficacia e, di conseguenza, le esperienze di apprendimento positive (Kalender et al., 2019a).

Una seconda relazione importante è quella fra il senso di auto-efficacia e il livello di performance. Nonostante, le differenze di genere nella performance siano trascurabili (Hyde & Linn, 2006) le performance delle studentesse universitarie possono essere peggiori di quelle degli studenti con una storia accademica simile (es. stessi voti in matematica nella scuola superiore) (Hazari et al., 2010). Il livello di performance raggiunto all'inizio del percorso universitario influisce sulla percezione delle proprie capacità (auto-efficacia), che a sua volta condiziona il livello delle performance successive e così via. Questo processo di feedback condiziona ed è condizionato da diversi aspetti dell'esperienza di apprendimento degli studenti (risultati accademici, percezione del giudizio degli altri, identificazione con la disciplina), e ciò determina i loro obiettivi e le loro scelte nella carriera universitaria e lavorativa (Hazari et al., 2010).

2.2 IDENTITÀ

Per identità si intende “il senso di sé di un individuo definito da (a) un insieme di caratteristiche fisiche, psicologiche e interpersonali che non sono completamente condivise con nessun'altra persona e (b) una serie di affiliazioni (ad esempio, etnia) e ruoli sociali” (American Psychology Assosiation [APA], 2022c).

Ogni individuo possiede diverse identità legate a ogni aspetto della propria vita personale che egli ritiene importante per descriversi in relazione al mondo. Nelle ricerche sull'apprendimento, l'attenzione è rivolta a quella parte di identità con cui gli studenti si descrivono all'interno dell'ambiente accademico: nel nostro caso, la cosiddetta identità fisica o, *physics identity*. Questa immagine sarà più o meno articolata in base a quanto lo studente si identifica con il prototipo associato alla disciplina (Kalender et al., 2019b).

La *physics identity* è un costrutto che descrive la relazione degli studenti con la fisica, e che permette di comprendere il modo in cui essi si percepiscono in relazione alla disciplina tramite le esperienze quotidiane (Enyedy et al., 2006; Kalender et al., 2019b), ovvero quanto si sentono fisici, quanto si sentono riconosciuti come tali dagli altri e quanto si sentono parte di quel gruppo sociale. Questa parte di identità, presente in ogni studente di fisica, viene plasmata dalla percezione degli stimoli e dei feedback (positivi o negativi) dell'ambiente, tale percezione determina lo sviluppo e la crescita dell'identità fisica e, di conseguenza, un maggiore o minore coinvolgimento dello studente (Ahlqvist et al., 2013).

L'identità può anche essere inserita nel quadro dei fattori motivazionali perché, come sottolineato da alcuni autori, l'identità è “ il ‘tipo di persona’ che [un individuo] cerca di essere e di attuare qui e ora” (Gee, 1998 citato da Kalender et al., 2019b, p.3), questo sottintende la volontà attiva dell'individuo di dare una direzione al proprio comportamento. Questa parte dell'identità legata alla fisica contribuisce a plasmare le esperienze di apprendimento e gli atteggiamenti e comportamenti degli studenti, venendo a sua volta modellata da questi elementi (Kalender et al., 2019b).

Alcuni ricercatori hanno descritto la *physics identity*, o identità fisica, come una struttura composta da quattro dimensioni: il riconoscimento (*recognition*), la *performance*, la competenza (*competence*) e l'interesse (Hazari et al., 2010; Kalender et al., 2019b). Queste dimensioni forniscono un'immagine completa della percezione che gli studenti hanno del rapporto con la fisica e di come si relazionano con essa all'interno delle esperienze quotidiane (Hazari et al., 2010). Di seguito vengono definiti i quattro costrutti che definiscono e determinano l'identificazione con la fisica percepita da un individuo. Con *recognition* si intende il riconoscimento delle proprie competenze nella disciplina da parte degli altri, ovvero sentirsi riconosciuto come un buon studente di fisica (Hazari et al., 2010). La *performance* è la percezione di sé che determina quanto uno studente si ritiene in grado di risolvere le attività che gli vengono assegnate nella disciplina (Hazari et al., 2010). La competenza si riferisce alle capacità che l'individuo reputa necessarie per comprendere la fisica e a quanto lo studente ritiene di possedere quelle specifiche abilità (Hazari et al., 2010). Infine, l'interesse è il desiderio di comprendere e conoscere la fisica (Hazari et al., 2010). La *physics identity* presenta delle differenze di genere sia a livello del generale costrutto dell'identità, sia nelle quattro dimensioni che contribuiscono a definirla (Kalender et al., 2019b).

È importante evidenziare che la *physics identity* rappresenta solo una parte dell'identità individuale dello studente. Le altre componenti fondamentali dell'identità sono l'identità personale (*personal identity*), ovvero gli aspetti individuali costanti definiti dalle caratteristiche e dalle esperienze con cui l'individuo si autodefinisce, e l'identità sociale (*social identity*), in cui rientrano le caratteristiche legate al collettivo e alle esperienze dei gruppi sociali con cui ci si identifica (Hazari et al., 2010). L'interazione bidirezionale fra gli aspetti dell'identità permette una trasformazione continua della relazione fra l'individuo e l'ambiente circostante che, a sua volta, influenzerà le esperienze individuali e determinerà una maggiore o minore identificazione con la fisica (Hazari et al., 2010).

Le diverse relazioni fra l'identità e fattori esterni hanno permesso di identificare diversi predittori che possono fornire delle possibili proiezioni sulla qualità dell'identità fisica (*physics identity*) degli studenti e che, di conseguenza, permette di ipotizzare il successo professionale degli studenti all'interno della fisica e la qualità della loro esperienza di apprendimento.

Uno dei predittori principali è la motivazione: uno studio di Hazari et al. (2010) ha infatti evidenziato che il desiderio di perseguire una carriera legata alla fisica, ovvero la motivazione a raggiungere un obiettivo a lungo termine specifico e personalmente significativo, è strettamente correlato ad un maggiore senso di realizzazione intrinseca, che viene sperimentato durante lo studio e il lavoro svolto sulla disciplina (Hazari et al., 2010). Si riscontra quindi una correlazione positiva in cui una maggiore motivazione a perseguire una carriera legata al campo della fisica rende più probabile lo sviluppo di una forte identità legata al campo della fisica.

Un altro predittore dello sviluppo della *physics identity* è il contesto ambientale. L'ambiente permette infatti agli studenti, e alle studentesse in particolare, di ricevere *feedback*, positivi o negativi, che influenzano le loro credenze sulla propria identità, modificando la motivazione e l'auto-efficacia (Hazari et al., 2010, 2017). Anche in questo caso, i *feedback* sono sempre filtrati dalla percezione dell'individuo e saranno quindi influenzati dalle sue idee, credenze e pensieri personali (Kalender et al., 2019a). Per esempio, le donne che dimostrano una maggiore sensibilità alla minaccia allo stereotipo possono percepire la presenza di segnali di minaccia impercettibili per altre studentesse e interpretare più facilmente situazioni ambigue come negative, questo porta a ripercussioni negative sul senso di auto-efficacia e sullo sviluppo dell'identità (Ahlqvist et al., 2013). Un altro esempio dell'influenza negativa che la percezione ha sull'identità e sull'auto-efficacia è il fatto che le studentesse si percepiscono molto meno simili al prototipo dello studente di fisica impeccabile rispetto a quanto si sentano riconosciute come tali dagli altri studenti di fisica o dai professori (Hazari et al., 2017).

Si può quindi affermare che per le studentesse di fisica, soprattutto quelle che si trovano all'inizio del percorso universitario, la percezione di segnali positivi provenienti dall'ambiente può contribuire alla formazione di un senso di appartenenza e, di conseguenza, confermare e stabilizzare la *physics identity* (Ahlqvist et al., 2013). Allo stesso modo, percepire segnali negativi legati agli stereotipi delle identità, può creare un senso di alienazione e mettere in crisi l'identificazione con la fisica.

Come già detto, ogni individuo non si definisce attraverso un'unica identità sociale, ma attraverso una serie di identità che devono convivere all'interno della visione personale che l'individuo ha di sé (Ahlqvist et al., 2013; Kalender et al., 2019a). Quando le identità presentano caratteristiche simili o compatibili fra loro, forniscono all'individuo un più forte senso di appartenenza al contesto sociale a cui fanno riferimento. Al contrario, se due identità sociali presentano delle discrepanze che entrano in conflitto, queste contraddizioni danneggiano le esperienze negli ambienti in cui sono attive le identità coinvolte e diminuiscono la soddisfazione che le attività svolte procurano (Netemeyer et al., 1996), minando il senso di appartenenza provato verso tali ambienti e diminuendo il potenziale successo raggiungibile in quei campi (Ahlqvist et al., 2013). Nel caso della fisica, il conflitto viene innestato dagli stereotipi con cui la società etichetta le donne, infatti la studentessa che si identifica come donna si attribuisce determinate caratteristiche che entrano in conflitto con quelle che vengono definite dall'identità legata all'ambiente della fisica. Questa minaccia a una parte significativa della propria identità, diminuisce il senso di appartenenza all'ambiente scientifico e la qualità delle performance accademiche, portando le studentesse ad alienarsi dal contesto di apprendimento e aumentando le probabilità di drop-out (Ahlqvist et al., 2013). Le possibili fluttuazioni all'interno della compatibilità genere-STEM, ovvero la frequenza dei conflitti causata dalle discrepanze fra le due identità, rende meno stabile l'identità delle studentesse e contribuisce a diminuire la qualità dell'apprendimento (Ahlqvist et al., 2013). Come in molti altri casi, il contesto può diminuire le conseguenze negative di queste fluttuazioni fornendo

alle studentesse un ambiente di apprendimento che supporti la loro identità e il loro senso di appartenenza e che le faccia sentire come membri valorizzati del gruppo (Kalender et al., 2019a).

Un altro tipo di discordanza possibile all'interno dell'identità è quello fra l'identità interna, ovvero "la percezione personale di come lui [un individuo] si identifica all'interno di un campo specifico" (Kalender et al., 2019a, p.3), e l'identità esterna, cioè "la percezione di come gli altri individui interpretano l'identità [di una persona], sia se si basa sulle azioni che uno compie in un dato campo o [fondato sugli] stereotipi" (Kalender et al., 2019a, p. 3).

A causa delle esperienze fatte in un determinato campo, come per esempio la fisica, le due identità possono divenire discordanti e portare a un conflitto che influenza negativamente il comportamento e l'atteggiamento verso l'attività coinvolta (Kalender et al., 2019a). Per esempio, una studentessa che percepisce di aver avuto un'esperienza negativa durante l'apprendimento della fisica a causa della propria appartenenza di genere, può creare un conflitto fra l'identità esterna e quella interna che diminuisce la sua identificazione con la disciplina.

Allo stesso modo, il contesto rappresenta anche un fattore fondamentale per migliorare e consolidare la *physics identity* delle studentesse. Per esempio, discutere il problema della sottorappresentazione delle donne nelle discipline STEM all'interno delle classi di scuola superiore, è un intervento correlato positivamente con la *physics identity* delle ragazze e sottolinea quanto sia importante parlare dell'argomento per permettere alle studentesse di mettere in dubbio i loro *bias* e cambiare la loro percezione della fisica (Hazari et al., 2010; Kalender et al., 2019b).

Il ruolo degli insegnanti è quindi particolarmente importante nel contesto delle scuole superiori, infatti, secondo alcune ricerche, la maggior parte degli studenti che scelgono di perseguire una carriera legata al campo della fisica, si interessano alle materie scientifiche durante questo periodo (Hazari et al., 2013, 2017; Maries et al., 2020). Gli insegnanti possono rappresentare un sostegno e una fonte di incoraggiamento per le ragazze interessate agli ambiti scientifici (Hazari et al., 2010, 2013, 2017; Kalender et al., 2019b; Maries et al., 2020), che contribuisce a un migliore sviluppo

della *physics identity*. Per esempio, uno studio di Hazari et al. (2010) riporta che gli studenti che alla fine della scuola superiore affermano di voler studiare fisica, ottengono un punteggio di più di una deviazione standard maggiore nella *physics identity* rispetto ai loro compagni (Hazari et al., 2010). Questa maggiore identificazione con il prototipo associato alla disciplina avrà quindi un effetto a cascata sull'esperienza di apprendimento universitaria, influenzando positivamente le dimensioni legate alla *physics identity* come gli aspetti motivazionali e l'interesse.

Un altro fattore che contribuisce a ridurre l'influenza negativa degli stereotipi sulle studentesse e sostiene la *physics identity* è il riconoscimento delle proprie abilità da parte dell'insegnante di fisica della scuola superiore, infatti una ragazza che riceve un riconoscimento appropriato per le capacità che dimostra sarà più motivata a scegliere una carriera legata alla fisica (Hazari et al., 2010, 2017). È importante sottolineare che il riconoscimento da parte degli insegnanti è funzionale quando lo studente raggiunge determinate aspettative e si mostra un apprezzamento misurato su tali aspettative (Hazari et al., 2017).

L'identità ha quindi una forte influenza sulle scelte che un individuo fa sulla propria carriera universitaria e lavorativa (Hazari et al., 2010, 2017; Kalender et al., 2019b) e rappresenta un elemento critico nella motivazione a perseguire lo studio della fisica (Kalender et al., 2019b).

2.3 INTERESSE

L'interesse è un'ulteriore componente delle caratteristiche dell'individuo che contribuisce a orientare il comportamento dell'individuo verso determinate attività e ambiti. Per interesse si intende “un atteggiamento caratterizzato dalla necessità o dal desiderio di rivolgere l'attenzione selettiva verso qualcosa che è significativo per l'individuo, come un'attività o un obiettivo” (American Psychology Association [APA], 2022d). L'interesse è quindi uno stato psicologico, una predisposizione a dedicarsi in modo continuativo a uno specifico obiettivo o attività, che si sviluppa attraverso l'interazione tra l'individuo e l'ambiente (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2011).

L'interesse può essere distinto dagli altri fattori motivazionali perché, anche se di norma è generato e mantenuto da affetti positivi, può anche essere presente in situazioni dove vengono espressi affetti negativi, soprattutto nelle fasi iniziali del suo sviluppo (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2011). Inoltre, l'interesse è il risultato di un'interazione tra l'individuo e una specifica attività, tale attività e l'ambiente in cui l'individuo è inserito danno origine all'interesse e contribuiscono al suo sviluppo (Hidi & Renninger, 2006), al contrario, la motivazione nasce da una percezione interna che l'individuo ha di sé in e delle caratteristiche che si attribuisce e ha come scopo ultimo, il raggiungimento di un obiettivo tramite le azioni compiute nell'ambiente. L'interesse e la motivazione sono considerati come costrutti separati ma strettamente correlati che si modellano e influenzano a vicenda (Kalender et al., 2019a)

Secondo il modello di sviluppo dell'interesse di Hidi & Ann Renninger (2006) esistono quattro fasi progressive che si susseguono quando l'interesse viene supportato e sostenuto dall'ambiente. Senza il sostegno dell'ambiente la fase dello sviluppo può regredire a uno stadio precedente o far sparire completamente l'interesse verso l'attività. Inoltre, le diverse fasi di sviluppo dell'interesse presentano livelli di impegno, auto-efficacia e auto-regolazione differenti che si sviluppano o regrediscono insieme all'interesse (Hidi & Renninger, 2006). Le quattro fasi del

modello descrivono l'interesse situazionale innescato dall'ambiente (*triggered*), l'interesse situazionale sostenuto (*maintained*), l'interesse individuale emergente (*emerging*) e l'interesse individuale "ben sviluppato" (*well-developed*) (Hidi & Renninger, 2006).

La prima fase dell'interesse si riferisce a "uno stato psicologico in cui l'interesse è il risultato di un cambiamento a breve termine nei processi affettivi e cognitivi [dell'individuo]" (Hidi & Ann Renninger, 2006, p. 114), questo tipo di interesse situazionale è provocato da caratteristiche curiose, inattese o di rilevanza personale e di solito è supportato esternamente.

La seconda fase, ovvero l'interesse situazionale sostenuto, è lo stato psicologico successivo alla condizione psicologica creata dalla prima fase, coinvolge l'attenzione focalizzata per un esteso periodo di tempo o per un evento che si ripete nel tempo (Hidi & Renninger, 2006). È sostenuto dalla significatività che l'individuo attribuisce all'attività svolta, dal suo coinvolgimento personale e dal supporto esterno fornito dal contesto (Hidi & Renninger, 2006). Per esempio, un'attività presentata in modo stimolante e divertente potrebbe aumentare il coinvolgimento dell'individuo a cui è rivolta.

Si può quindi affermare che nelle prime fasi dello sviluppo dell'interesse l'ambiente ricopre un ruolo importante che contribuisce a stimolare e a mantenere l'interesse attraverso, per esempio, i tipi di attività che vengono proposti o il modo in cui quelle abilità vengono affrontate (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2011).

La terza fase è quella che riguarda l'interesse individuale emergente, questo interesse è lo stato psicologico collegato alle fasi iniziali di una predisposizione che porta l'individuo a volersi impegnare in modo costante e continuativo a una determinata attività (Hidi & Renninger, 2006). In questa fase l'interesse è solitamente auto-generato, ma richiede comunque qualche tipo di supporto esterno che contribuisce alla crescita dell'interesse e aiuta ad affrontare le difficoltà (Hidi & Renninger, 2006). L'interesse viene definito auto-generato perché lo studente inizia a generare stimoli che alimentano la curiosità verso le attività svolte e ad approfondire autonomamente gli argomenti trattati nei compiti che gli vengono assegnati (Hidi & Renninger, 2006). Le attività svolte

dall'individuo suscitano affetti positivi incentivando a loro volta lo sviluppo dell'interesse (Hidi & Renninger, 2006).

L'ultima fase dell'interesse si riferisce a uno stato psicologico dell'interesse in cui l'individuo si dedica in modo costante a un'attività specifica (Hidi & Renninger, 2006). Questa fase è caratterizzata da un livello di sviluppo più alto delle caratteristiche descritte nella fase precedente, come l'aumento degli affetti positivi (Hidi & Renninger, 2006). Inoltre, lo studente mantiene viva la propria curiosità ponendosi domande e cercando attivamente le risposte e mettendo in campo le risorse che possiede (strategie, conoscenze) quando le condizioni ambientali non permettono una risposta immediata delle sue domande (Hidi & Renninger, 2006).

Nonostante l'interesse sia principalmente auto-generato, l'ambiente svolge comunque un ruolo di supporto che può beneficiare sia l'interesse che l'esperienza generale dell'individuo (Hidi & Renninger, 2006). Un ambiente ostile può compromettere l'interesse e ridurre l'impegno e il coinvolgimento dell'individuo nell'attività svolta (Hidi & Renninger, 2006; Kalender et al., 2019b). I professori possono quindi avere un impatto determinante sull'interesse delle studentesse verso la fisica e sulle loro scelte di studio e della loro carriera universitaria (Maries et al., 2020).

L'interesse ha un ruolo fondamentale nell'educazione e, a seconda della fase di interesse che lo studente sta attraversando, avrà un impatto maggiore sui diversi aspetti cognitivi ed affettivi coinvolti nell'apprendimento (Hidi & Renninger, 2006). Alcuni elementi che l'interesse influenza positivamente sono l'attenzione e le strategie di apprendimento dello studente, i suoi processi di definizione degli obiettivi e gli affetti positivi di cui fa esperienza durante le attività (Hidi & Renninger, 2006). Inoltre, l'interesse aumenta, in modo più o meno significativo a seconda della fase che si sta sperimentando, il senso di efficacia dello studente (Hidi & Renninger, 2006), aumentano di conseguenza, l'importanza che l'attività svolta ricopre all'interno dell'identità dell'individuo (Kalender et al., 2019a)

Anche il livello di interesse verso la fisica presenta delle differenze di genere: le studentesse mostrano un interesse in media più basso rispetto agli studenti, sia all'inizio che alla fine del primo semestre universitario, con una differenza significativa che aumenta nei questionari somministrati alla fine dei corsi, nonostante l'interesse verso la disciplina diminuisca per entrambi i sessi (Li & Singh, 2021).

Uno dei fattori principali che contribuiscono a questo *gender gap* è l'ambiente, elemento fondamentale durante tutto lo sviluppo dell'interesse (Hidi & Renninger, 2006; Renninger & Hidi, 2011). L'influenza dell'ambiente si basa sulle figure emotivamente significative per l'individuo, ovvero genitori, insegnanti e pari, esse forniscono più o meno sostegno a seconda delle credenze e dei *bias* di genere che hanno sulla fisica (Hazari et al., 2010). Per esempio, il riconoscimento consapevole o inconsapevole delle abilità matematiche e scientifiche da parte dei genitori influenza il senso di efficacia e le aspettative delle studentesse, aumentando la loro *physics identity* e rinforzando l'interesse verso la fisica (Hazari et al., 2010). Per fare un altro esempio, gli insegnanti possono rappresentare un modello positivo per gli studenti e, se la relazione costruita è abbastanza significativa, sostenere lo sviluppo dell'interesse verso la fisica (Hazari et al., 2013). In generale, relazionarsi con persone che esprimono a loro volta interesse verso la disciplina, sostiene la crescita dell'interesse dello studente (Renninger & Hidi, 2011).

Le donne potrebbero mostrare meno interesse verso le STEM rispetto agli uomini, anche perché percepiscono di avere meno tratti in comune con gli individui che frequentano quei campi di studio (Cheryan & Plaut, 2010) e questo potrebbe farle sentire inadeguate, diminuendo il loro interesse verso la disciplina e scoraggiandole dall'intraprendere un percorso di studio legato alle STEM.

3. DISCUSSIONE

Come per numerosi fenomeni psicologici e sociali, la disparità fra i generi nelle STEM è il risultato di numerosi fattori che interagiscono nel corso del tempo modellando le percezioni, i pensieri e i comportamenti delle persone. Le relazioni fra gli elementi interni ed esterni analizzati nei paragrafi precedenti si verificano nel corso della vita di ogni persona, sia all'interno del percorso scolastico che in ogni contesto significativo per l'individuo considerato. Se lo studente ha un atteggiamento positivo verso la materia ed è supportato in modo appropriato dall'ambiente, le interazioni che si stabiliscono possono innescare dei processi di *feedback* che migliorano la *performance* e i risultati e che aumentano le emozioni positive e l'interesse verso la disciplina. Inoltre, un contesto supportivo contribuisce a ridurre lo stress e le esperienze negative degli studenti, abbassando la probabilità di rinuncia agli studi.

La complessità del *gender gap* ha fatto in modo che la ricerca proponesse un ampio e variegato numero di soluzioni specifiche, che agiscono in modo diretto e mirato su specifici aspetti del *gender gap* e che, se efficaci, avranno delle ricadute positive indirette su tutti i fattori che presentano delle differenze di genere. Le soluzioni proposte agiscono sull'ambiente scolastico e universitario e coinvolgono molto spesso i professori perché, come molte ricerche hanno stabilito, la loro figura può rappresentare un elemento di supporto estremamente importante che condiziona l'interesse delle studentesse e le scelte in ambito accademico e lavorativo (Hazari et al., 2013, 2017; Lorenzo et al., 2006; Maries et al., 2020; Reinking & Martin, 2018; Renninger & Hidi, 2011).

L'interesse e la motivazione verso lo studio e l'apprendimento della fisica, per esempio, sono elementi fondamentali che permettono alle studentesse, e agli studenti in generale, di stabilire degli obiettivi significativi allineati all'interesse provato e a orientare le azioni e i comportamenti messi in atto per il conseguimento di tali obiettivi. L'individuo può contribuire, almeno in parte, a mantenere elevato il livello di interesse in una fase avanzata del suo sviluppo (Hidi & Renninger, 2006), mentre, nei primi periodi, la nascita e lo sviluppo dell'interesse ricadono quasi

esclusivamente sul contesto in cui il singolo è inserito. Questo significa che il modo in cui si viene introdotti a una certa attività o a uno specifico argomento è fondamentale per la percezione e il rapporto che si instaurerà con tale materia, proprio come succede con la “prima impressione” che costruiamo quando incontriamo una nuova persona.

In questo caso, un elemento molto importante su cui si può intervenire, soprattutto durante la scuola superiore, sono i modelli di riferimento (*role models*) a cui gli studenti sono esposti e i metodi di insegnamento che i professori utilizzano durante le lezioni di fisica.

I modelli di riferimento forniti alle studentesse possono modificare la loro percezione dell'ambiente accademico della fisica. I *role models* femminili in particolare, possono modificare lo stereotipo che le ragazze hanno sulla categoria dei fisici, fornendo un esempio da seguire e definendo un obiettivo da perseguire (Hazari et al., 2010, 2013; Reinking & Martin, 2018). Per esempio, immagini di scienziate nei libri di testo, oppure incontri e conferenze con professioniste che lavorano nel campo della fisica.

L'importanza dei modelli di riferimento femminili però, non esclude il fatto che un insegnante di genere maschile non possa contribuire e supportare adeguatamente le studentesse. Infatti, secondo uno studio di Hazari et al. (2013), il genere dei professori che insegnano materie scientifiche ha un effetto marginale rispetto all'influenza che può avere la relazione che lo studente costruisce con l'insegnante. Un insegnante che si dimostra genuinamente appassionato alla materia che insegna e che vuole trasmettere questa passione ai propri studenti supportandoli nel loro percorso di studio della fisica, può innescare l'interesse degli studenti (*triggered interest*) e sostenere la loro motivazione all'apprendimento, indipendentemente dal genere di appartenenza.

I professori sono il tramite fra gli studenti e la fisica e costruiscono la percezione che i ragazzi avranno di sé rispetto alla disciplina. Nella relazione con lo studente l'insegnante ricopre un ruolo di *scaffolding* che contribuisce alla costruzione graduale dell'auto-efficacia, della motivazione e dell'interesse, evidenziando le qualità dello studente, favorendo le emozioni positive e fornendo

supporto quando incontra delle difficoltà. Hidi & Renninger (2006) per esempio, sostengono che nella scuola superiore, l'interesse può essere sviluppato promuovendo il senso di autonomia e il senso di competenza delle studentesse e riconoscendo le conoscenze che hanno acquisito per completare un compito.

Il ruolo di supporto degli insegnanti rappresenta anche un elemento di protezione dagli stereotipi dell'ambiente sociale e dalle percezioni stereotipiche degli stessi studenti che possono ostacolare sul nascere il coinvolgimento delle ragazze nelle attività scientifiche. Per esempio, organizzare momenti di discussione sulla sottorappresentazione delle donne nelle discipline STEM permette alle ragazze di sfidare i loro preconcetti sulla fisica e sulle persone che la studiano, di esprimere le frustrazioni che provano e di realizzare che il senso di inadeguatezza e di disagio che provano deriva dalle pressioni e dalle norme sociali a cui sono esposte (Hazari et al., 2013).

Un altro insieme di elementi su cui la ricerca ha puntato molto per diminuire il *gender gap* sono i metodi di insegnamento sia a livello scolastico che universitario. Un metodo di insegnamento efficace per ridurre le differenze di genere in fisica, e nelle STEM, deve puntare a promuovere un'ampia serie di attività per dare alle studentesse l'opportunità di esercitarsi e mettere alla prova le proprie conoscenze e competenze. Inoltre, il docente deve promuovere un'idea di apprendimento dinamica in cui ogni persona può sviluppare le proprie abilità attraverso l'impegno e l'esercizio, incentivando gli interventi e le domande senza giudicare quando vengono commessi degli errori. Secondo uno studio di Maries et al. (2020) questi interventi riducono l'ansia e lo stress degli studenti, li rendono più inclini a partecipare in classe e aumentano il loro senso di efficacia verso la fisica.

Gli interventi più utilizzati sono le cosiddette strategie di coinvolgimento interattivo (*interactive engagement*), un insieme di strategie volte a coinvolgere gli studenti di entrambi i generi nel contesto di apprendimento, che utilizzano un ambiente interattivo e promuovono la cooperazione tra studenti e tra studenti e professori, che comprendono lezioni frontali e discussioni

di gruppo e che incoraggiano l'interiorizzazione e comprensione dei concetti e la loro applicazione nel mondo reale (Lorenzo et al., 2006). L'efficacia di queste strategie non è stata confermata in tutte le ricerche che le hanno applicate, suggerendo che esse debbano essere utilizzate assieme ad altri tipi di interventi in modo da aumentare il loro impatto positivo sull'esperienza degli studenti.

Una strategia da affiancare a questo tipo di apprendimento, per esempio a livello pre-universitario, può essere l'introduzione ad attività extrascolastiche incentrate sulle STEM (Reinking & Martin, 2018), oppure, come già evidenziato precedentemente, organizzando delle discussioni per parlare del fenomeno del *gender gap* nella fisica (Hazari et al., 2013).

A livello universitario invece, può essere molto utile affiancare a questi interventi di tipo interattivo una visione dinamica della crescita cognitiva e mentale (Maries et al., 2020). In questo modo si propone una visione delle capacità cognitive contrapposta a quella degli stereotipi e si contrastano i preconcetti secondo cui le donne non sarebbero adatte a studiare discipline scientifiche perché non possiedono le qualità adatte. Questo *mindset* incentiverebbe le studentesse (e gli studenti) a impegnarsi nelle attività e nei compiti che gli vengono assegnati e coltivando l'idea secondo cui, attraverso il duro lavoro, si può migliorare e raggiungere ottimi risultati.

Infine, in ogni intervento è necessario istruire gli insegnanti ai nuovi metodi di insegnamento e seguirli durante tutto il percorso scolastico per aiutarli a sposare nel modo migliore il loro approccio all'insegnamento con i nuovi metodi che devono mettere in pratica. Questo passaggio è necessario perché altrimenti il professore potrebbe non riuscire a modificare efficacemente il proprio stile di insegnamento e l'intervento ne risulterebbe dunque infruttuoso.

Un'ultima tipologia di interventi coinvolge l'ambiente classe e i pari (Maries et al., 2020; Reinking & Martin, 2018; Renninger & Hidi, 2011). L'inserimento delle studentesse in un contesto positivo e propositivo caratterizzato da un metodo di insegnamento che promuove la collaborazione e il lavoro di gruppo, aumenterà il loro interesse e la loro motivazione verso la disciplina, riducendo il livello di stress e la competitività fra gli studenti e spingendo le ragazze a rivestire un ruolo più

attivo nelle attività proposte. Inoltre, permetterà alle studentesse di sperimentare più liberamente le conoscenze acquisite, rafforzando il loro bisogno di autonomia e di relazionarsi con i pari (Renninger & Hidi, 2011).

4. CONCLUSIONI

Il *gender gap* è un fenomeno estremamente articolato che abbraccia numerosi aspetti dell'esperienza educativa e quotidiana di molte donne che studiano e lavorano nel campo della fisica. Gli effetti degli stereotipi e delle pressioni che essi esercitano sulle studentesse hanno effetti significativi e misurabili e influenzano fortemente la percezione che le ragazze hanno di sé, dell'ambiente e delle relazioni con gli altri. Per ridurre queste differenze e costruire un ambiente che supporti efficacemente le ragazze è necessario intervenire su un ampio spettro di fattori, coinvolgendo le figure presenti in questi ambienti (principalmente professori, pari) e adoperarsi per modificare i preconcetti che si associano alla fisica e alle persone che la studiano.

È necessario introdurre un metodo di insegnamento che favorisca la cooperazione fra gli studenti e che aiuti i ragazzi a concepire l'apprendimento come un processo in continuo divenire che permette di sviluppare e affinare le abilità personali attraverso l'impegno e il duro lavoro. Inoltre, bisogna stimolare la discussione sulle differenze di genere, in primo luogo per aiutare le ragazze che hanno un interesse verso la fisica a sfidare i preconcetti degli stereotipi e, in secondo luogo, per sostenere il loro interesse verso la disciplina e un loro eventuale interessamento a una carriera in ambito scientifico.

Nonostante alcuni degli interventi proposti siano risultati efficaci e abbiano portato a significativi miglioramenti nella motivazione, nelle performance e nei risultati delle studentesse, le differenze di genere in fisica sono diminuite molto meno rispetto alle altre discipline legate alle STEM. Questi risultati potrebbero suggerire la necessità di una maggiore attenzione verso gli interventi nei contesti pre-universitari e di un più ampio coinvolgimento delle figure educative di riferimento negli interventi di riduzione del *gender gap* nella fisica.

Infine, fornire alle ragazze più opportunità per conoscere la fisica e il contesto in cui viene studiata può contribuire a modificare la percezione stereotipata dell'ambiente della fisica e delle persone che vi lavorano e a rendere più semplice visualizzarsi come parte di quel contesto.

5. BIBLIOGRAFIA

Ahlqvist, S., London, B., & Rosenthal, L. (2013). Unstable Identity Compatibility: How Gender Rejection Sensitivity Undermines the Success of Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Fields. *Psychological Science*, 24(9), 1644–1652.
<https://doi.org/10.1177/0956797613476048>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022a). *Gender role*. <https://dictionary.apa.org/gender-roles>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022b). *Gender stereotype*.
<https://dictionary.apa.org/gender-stereotype>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022c). *Identity*. <https://dictionary.apa.org/identity>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022d). *Interest*. <https://dictionary.apa.org/interest>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022e). *Motivation*.
<https://dictionary.apa.org/motivation>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022f). *Prototype*. <https://dictionary.apa.org/prototype>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022g). *Self-efficacy*. <https://dictionary.apa.org/self-efficacy>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022h). *Socialization*.
<https://dictionary.apa.org/socialization>

American Psychology Assosiation [APA]. (2022i). *Stereotype threat*.
<https://dictionary.apa.org/stereotype-threat>

Antonelli, G., Bartolini, E., Bonafe', E., Cristofori, D., Galeazzi, S., Ghiselli, S., Guidetti, G., & Nardoni, M. (2018). *XX indagine Profilo dei Laureati 2017*.

[https://www.almalaurea.it/sites/almalaurea.it/files/docs/universita/profilo/profilo2018/almalaur
ea_profilo_rapporto2018.pdf](https://www.almalaurea.it/sites/almalaurea.it/files/docs/universita/profilo/profilo2018/almalaur
ea_profilo_rapporto2018.pdf)

- Archer, L., Moote, J., Francis, B., DeWitt, J., & Yeomans, L. (2017). The “Exceptional” Physics Girl: A Sociological Analysis of Multimethod Data From Young Women Aged 10–16 to Explore Gendered Patterns of Post-16 Participation. *American Educational Research Journal*, 54(1), 88–126. <https://doi.org/10.3102/0002831216678379>
- Bian, L., Leslie, S. J., & Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children’s interests. *Science*, 355(6323), 389–391. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.AAH6524>
- Bieg, M., Goetz, T., & Lipnevich, A. A. (2014). What students think they feel differs from what they really feel - Academic self-concept moderates the discrepancy between students’ trait and state emotional self-reports. *PLoS ONE*, 9(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092563>
- Cheryan, S., Master, A., & Meltzoff, A. N. (2015). Cultural stereotypes as gatekeepers: Increasing girls’ interest in computer science and engineering by diversifying stereotypes. *Frontiers in Psychology*, 6(FEB), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00049>
- Cheryan, S., & Plaut, V. C. (2010). Explaining Underrepresentation: A Theory of Precluded Interest. *Sex Roles*, 63(7–8), 475–488. <https://doi.org/10.1007/s11199-010-9835-x>
- Crosnoe, R., Riegle-crumb, C., Field, S., Frank, K., & Muller, C. (2008). Peer Group Contexts of Girls’ and Boys’ Academic Experiences. *Child Development Journal*, 79(1), 139–155.
- Crowley, K., Callanan, M. A., Tenenbaum, H. R., & Allen, E. (2001). Parents explain more often to boys than to girls during shared scientific thinking. *Psychological Science*, 12(3), 258–261. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00347>
- Eccles, J. S. (2015). Gendered Socialization of STEM Interests in the Family. *International Journal*

of Gender, Science and Technology, 7(2), 116–132.

<http://genderandset.open.ac.uk/index.php/genderandset/article/view/419>

Enyedy, N., Goldberg, J., & Welsh, K. M. (2006). Complex dilemmas of identity and practice.

Science Education, 90(1), 68–93. <https://doi.org/10.1002/sce.20096>

Gee, J. P. (1998). Identity as an Analytic Lens for Research in Education. In *Review of Research in Education Vol. 25* (pp. 99–125). American Educational Research Association.

Hamrick, K. (2021). *Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering*.

<https://nces.nsf.gov/pubs/nsf21321/report/field-of-degree-women#overview>

Hannover, B., & Kessels, U. (2004). Self-to-prototype matching as a strategy for making academic choices. Why high school students do not like math and science. *Learning and Instruction*,

14(1), 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2003.10.002>

Häussler, P., & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 870–888.

<https://doi.org/10.1002/tea.10048>

Hazari, Z., Brewe, E., Goertzen, R. M., & Hodapp, T. (2017). The Importance of High School Physics Teachers for Female Students' Physics Identity and Persistence. *The Physics Teacher*, 55(2), 96–99. <https://doi.org/10.1119/1.4974122>

Hazari, Z., Potvin, G., Lock, R. M., Lung, F., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2013). Factors that affect the physical science career interest of female students: Testing five common hypotheses.

Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 9(2), 1–8.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020115>

Hazari, Z., Sadler, P. M., & Tai, R. H. (2008). Gender Differences in the High School and Affective Experiences of Introductory College Physics Students. *The Physics Teacher*, 46(7), 423–427.

<https://doi.org/10.1119/1.2981292>

Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M. C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978–1003.

<https://doi.org/10.1002/tea.20363>

Hidi, S., & Renninger, A. K. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

Hill, C., Corbett, C., & St. Rose, A. (2010). *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. American Association of University Women.

Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2006). Gender similarities in mathematics and science. *Science*, 314(5799), 599–600. <https://doi.org/10.1126/science.1132154>

Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180–192.

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200003\)84:2<180::AID-SCE3>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200003)84:2<180::AID-SCE3>3.0.CO;2-X)

Kalender, Z. Y., Marshman, E., Schunn, C. D., Nokes-Malach, T. J., & Singh, C. (2019a).

Gendered patterns in the construction of physics identity from motivational factors. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 20119.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020119>

Kalender, Z. Y., Marshman, E., Schunn, C. D., Nokes-Malach, T. J., & Singh, C. (2019b). Why female science, technology, engineering, and mathematics majors do not identify with physics: They do not think others see them that way. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 20148. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020148>

Kalender, Z. Y., Marshman, E., Schunn, C. D., Nokes-Malach, T. J., & Singh, C. (2020). Damage

caused by women's lower self-efficacy on physics learning. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 10118.

<https://doi.org/10.1103/PHYSREVPHYSEDUCRES.16.010118>

Kost-Smith, L. E., Pollock, S. J., & Finkelstein, N. D. (2010). Gender disparities in second-semester college physics: The incremental effects of a “ smog of bias.” *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 1–17. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020112>

Kost, L. E., Pollock, S. J., & Finkelstein, N. D. (2009). Characterizing the gender gap in introductory physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.1103/physrevstper.5.010101>

Li, Y., & Singh, C. (2021). Effect of gender, self-efficacy, and interest on perception of the learning environment and outcomes in calculus-based introductory physics courses. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 10143.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010143>

Lorenzo, M., Crouch, C. H., & Mazur, E. (2006). Reducing the gender gap in the physics classroom. *American Journal of Physics*, 74(2), 118–122. <https://doi.org/10.1119/1.2162549>

Maries, A., Karim, N. I., & Singh, C. (2020). Active Learning in an Inequitable Learning Environment Can Increase the Gender Performance Gap: The Negative Impact of Stereotype Threat. *The Physics Teacher*, 58(6), 430–433. <https://doi.org/10.1119/10.0001844>

Mason, L. (2019). *Psicologia dell'apprendimento e dell'istruzione* (il Mulino (ed.); Terza ediz).

Netemeyer, R. G., Boles, J. S., & McMurrian, R. (1996). Development and validation of work-family conflict and family-work conflict scales. *Journal of Applied Psychology*, 81(4), 400–410. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.81.4.400>

Nissen, J. M., & Shemwell, J. T. (2016). Gender, experience, and self-efficacy in introductory

physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2), 1–16.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.12.020105>

Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667–686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>

Reinking, A., & Martin, B. (2018). The gender gap in STEM fields: Theories, movements, and ideas to engage girls in STEM. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 148–153. <https://doi.org/10.7821/naer.2018.7.271>

Renninger, K. A., & Hidi, S. (2011). Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest. *Educational Psychologist*, 46(3), 168–184.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>