

THE SIGNIFICANCE OF THE UNCANNY VALLEY AND EMOTIONAL DESIGN IN VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS: POTENTIAL IMPACTS ON THE MANAGEMENT OF THE LEARNER'S EMOTIONAL RESPONSE

L'IMPORTANZA DELL'UNCANNY VALLEY E DELL'EMOTIONAL DESIGN NEGLI AMBIENTI D'APPRENDIMENTO VIRTUALE: POSSIBILI IMPATTI SULLA GESTIONE DELLA RISPOSTA EMOTIVA DEL DISCENTE.

Michele Domenico Todino^a, Stefano Di Tore^a, Pio Alfredo Di Tore^b, Antonio Iannaccone^c, Maurizio Sibilio^{a1}

^a Department of Humanities, Philosophy and Education, University of Salerno, Italy
mtodino@unisa.it; sditore@unisa.it; msibilio@unisa.it

^b Department of Human, Social and Health Sciences, University of Cassino, Italy
pioalfredo.ditore@unicas.it

^c Institut de Psychologie et Education, Université de Neuchâtel, Switzerland
antonio.iannaccone@unine.ch



Copyright: © 2023 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract

This study first explores Masahiro Mori's concept of the Uncanny Valley, analyzing a series of data collected in various Italian schools. This contribution also uses Donald Norman's concept of Emotional Design to clarify some aspects of the Uncanny Valley effect. Emotional Design, it seems, can provide a useful explanatory framework for the design of video game products, and more specifically for the realization of edugames; highlighting the importance of user-centered design, in the terms proposed by Norman and Verganti (2014), as an iterative approach to improve the pleasantness of the graphics of a digital environment. This becomes possible, using the terminology of the Uncanny Valley theory, by introducing digital assets into the game with parameters of verisimilitude and affinity that are sufficiently

¹ Schema autorale: i cinque autori hanno condiviso il tema dell'articolo, tuttavia, si specifica che Michele Domenico Todino è autore dei paragrafi "Uncanny Valley: tra verosimiglianza e disallineamento percettivo", "L'Emotional Design di Donald Norman: come creare una connessione emotiva tra utente e oggetto", "Valutazione della percezione dell'Uncanny Valley in bambini attraverso un test per immagini: presentazione del metodo e confronto tra i dati raccolti in due diverse città", "La relazione tra l'Uncanny Valley e i tre tipi di design proposti da Donald Norman: un'analisi sulla percezione emotiva dell'osservatore" e "Design Centrato sull'Utente (HCD): Metodo Iterativo e Ciclico per il Miglioramento Continuo degli ambienti d'apprendimento virtuali"; Stefano Di Tore è autore dell'introduzione; Alfredo Di Tore è autore delle conclusioni; Antonio Iannaccone è coordinatore e responsabile scientifico della metodologia della ricerca in ambito psicologico e Maurizio Sibilio è coordinatore e responsabile scientifico della metodologia della ricerca in ambito didattico e pedagogico.

distant from the feeling of disquiet produced by encounters with artefacts exhibiting features too similar to human characteristics.

Il presente studio esplora innanzitutto il concetto di Uncanny Valley di Masahiro Mori, analizzando una serie di dati raccolti in due scuole primarie italiane. In questo contributo viene anche utilizzato il concetto di Emotional Design di Donald Norman per chiarire alcuni aspetti dell'effetto Uncanny Valley. L'emotional Design, sembra poter fornire un quadro esplicativo utile per il design di prodotti videoludici e più nello specifico per la realizzazione di edugame, mettendo in evidenza l'importanza del design centrato sull'utente, nei termini proposti da Norman e Verganti (2014), come approccio iterativo per migliorare la gradevolezza della grafica di un ambiente digitale. Ciò diviene possibile, utilizzando alcuni presupposti della teoria dell'Uncanny Valley e introducendo Digital Assets con parametri di verosimiglianza e affinità sufficientemente distanti dalla sensazione d'inquietudine prodotta dall'incontro con artefatti che esibiscono fattezze troppo simili alle caratteristiche umane.

Keywords

Emotional Design; Uncanny Valley; Avatar, Videogame.
Emotional Design; Uncanny Valley; Avatar, Videogiochi.

1. Introduzione

In questo lavoro, sono presentati due concetti teorici distinti, che, quando combinati, offrono una prospettiva di *design* basata sulle emozioni, al fine di evitare elementi di *disturbo estetico* e emozionalmente *perturbanti* che potrebbero compromettere l'attrattiva degli ambienti di apprendimento digitali, essi sono: l'*Uncanny Valley* (Mori, 1970, 2012) e l'*Emotional Design* (Norman, 2004); questo studio esamina pure la percezione dell'Uncanny Valley in bambini che frequentano la scuola primaria (classe quinta) utilizzando un test per immagini e i risultati sono stati riportati in tabelle e confrontati tra loro. Lo studio è stato condotto con immagini statiche (e non oggetti in movimento), esso confronta i dati raccolti in due città, Perugia e Varedo, presso due scuole primarie, per un totale di 106 test per immagini somministrati composto da quattro domande due riguardanti immagini di gattini e due riguardanti cagnolini con differenti livelli di *Uncanny Valley*, una serie di tabelle riportano i risultati e li comparano. Il fenomeno dell'*Uncanny* è espresso attraverso una serie di grafici cartesiani che verificano lo stato di inquietudine nell'osservatore.

Alla luce di questa configurazione dei paragrafi, è dunque opportuno procedere con l'introduzione dei diversi concetti e dare maggiori informazioni riguardanti i test somministrati.

Venendo ora ai due concetti teorici, in *primis*, si tratterà l'*Uncanny Valley*. Negli anni Settanta, Masahiro Mori, professore di robotica, ipotizzò che la risposta emotiva

delle persone ai robot umanoidi passasse da empatia a repulsione man mano che si avvicinavano a una somiglianza ma non raggiungevano un aspetto realistico, fenomeno² che si potrebbe tradurre “valle dell'inquietante” o “valle perturbante”. Inizialmente poco noto, il concetto ha recentemente suscitato grande interesse nella comunità scientifica e nella cultura popolare per via delle numerose implicazioni nel campo dei videogames e degli effetti speciali cinematografici. Recentemente, gli studiosi e le aziende di settore hanno esaminato le implicazioni dell'interazione uomo-robot, dell'animazione grafica e le radici biologiche e sociali dell'*Uncanny Valley*.

In *secundis*, si approfondirà il concetto di *Emotional Design* di Donald Norman che sottolinea l'importanza di creare una connessione emotiva tra l'utente e il prodotto attraverso l'uso di elementi visivi, sonori e tattili. Norman ha identificato tre tipologie di design emozionale: il design viscerale, comportamentale e riflessivo. Questa teoria si applica a qualsiasi prodotto, inclusi i videogiochi, dove l'obiettivo è creare un'esperienza coinvolgente e memorabile per il giocatore.

Orbene, in questo lavoro si vuole evidenziare che il concetto di *Emotional Design* è correlato alla teoria dell'*Uncanny Valley* di Mori, poiché entrambi cercano di ottimizzare l'esperienza emotiva dell'utente attraverso l'attenzione alla progettazione dell'interazione tra utente e oggetto. Difatti, l'*Uncanny Valley* rappresenta una prospettiva di grande valore per il campo del design, poiché consente di acquisire una consapevolezza significativa rispetto all'esistenza di aree di disturbo estetiche ed emotive in situazioni nelle quali generalmente si pensa che una maggiore somiglianza dell'androide con l'umano non possa che generare reazioni emozionali positive, basate sulla meraviglia e sulla curiosità esplorativa. Una maggiore conoscenza di situazioni che generano reazioni emotive inattese e negative, accresce la consapevolezza dei designers e efficacia nella gestione e nella pianificazione di ambienti virtuali ed artefatti tecnologici più congrui con la percezione emotiva degli utenti. Ciò permette di migliorare l'esperienza complessiva degli utenti nell'utilizzo di tali oggetti reali o virtuali.

L'applicazione della nozione di *Uncanny Valley* in ambienti d'apprendimento virtuali potrebbe avere un impatto significativo sull'efficacia dell'esperienza di apprendimento. Se i *designer* di ambienti d'apprendimento virtuali non gestiscono adeguatamente la risposta emotiva degli utenti, ad esempio attraverso un design che evita di attivare l'*Uncanny Valley*, allora gli utenti potrebbero percepire un senso di disagio o di estraniamento che potrebbe compromettere l'efficacia dell'apprendimento. Inoltre, un'adeguata gestione dell'*Uncanny Valley* potrebbe anche contribuire a migliorare l'immersione e l'esperienza di apprendimento degli utenti, favorendo un coinvolgi-

² Usando tale espressione in accordo con Masahiro Mori (1970, 2012) che usa la locuzione *The Uncanny valley phenomenon*

mento emotivo positivo con l'ambiente virtuale e gli oggetti presenti al suo interno. Al contempo, l'*Emotional Design*, potrebbe generare molteplici effetti in ambienti d'apprendimento virtuali. Come si vedrà nelle prossime pagine, un design *viscerale* ben studiato può suscitare una risposta emotiva positiva da parte degli utenti, migliorando la loro motivazione e coinvolgimento nel processo di apprendimento. Inoltre, un design *comportamentale* adeguato può ottimizzare la facilità d'uso e l'accessibilità dell'ambiente virtuale, favorendo l'esperienza dell'utente e la sua produttività nell'apprendimento. Infine, un design *riflessivo*, in grado di mettere in luce i progressi compiuti dagli utenti, favorendo la motivazione e un senso di gratificazione personale. Tutto ciò può essere implementato tramite il design centrato sull'utente (HCD, *Human-Centered Design*), un approccio iterativo che include osservazioni, ideazione, prototipazione rapida e test. Questo processo di verifica con gli utenti previsti porta a miglioramenti incrementali di un ambiente d'apprendimento o Digital Assets che possono essere utilizzati al loro interno. Questo stile d'implementazione utilizza la pratica di prototipazione e testing rapidi ripetuti per muoversi in avanti e rilevare eventuali problematiche.

2. *Uncanny Valley*: tra verosimiglianza e disallineamento percettivo

Masahiro Mori sostiene che all'aumentare della somiglianza umana di un oggetto, aumenta anche l'affinità che un osservatore percepisce per esso, ma solo fino ad un certo punto (Kendall, 2022). Quando la somiglianza si avvicina all'accuratezza totale, l'affinità diminuisce drasticamente e viene sostituita da un senso di inquietudine. L'affinità aumenta nuovamente quando si raggiunge la vera somiglianza umana, indicativa di una persona in carne ed ossa. Questo fenomeno è espresso attraverso un grafico cartesiano, con la *verosimiglianza* sull'asse x e l'*affinità* sull'asse $y=f(x)$. La valle perturbante si verifica nel repentino crollo della linea (funzione $y=f(x)$) e nell'ascensione successiva nel punto in cui avviene lo stato di inquietudine nell'osservatore. Lo studio di Mori è stato condotto sia con oggetti immobili sia con oggetti in movimento (in questo lavoro invece si prenderanno in considerazione solo immagini statiche). Si precisa che Mori sostiene che il movimento intensifica l'effetto dell'*uncanny*, sebbene l'articolo originale di Mori fosse incentrato sul design dei robot, il termine viene ora applicato ampiamente e può descrivere una reazione a qualsiasi oggetto o immagine umanoide, tra cui figure di cera, personaggi di film generati al computer e robot realistici. Nel suo lavoro degli anni Settanta, Mori verifica l'impatto dell'*Uncanny Valley* sul design di robot e tecnologie simili (oggi estendibili agli avatar, ai personaggi in grafica 3D, etc.), lo scienziato giapponese esamina come la relazione tra l'aspetto di un robot e la sua somiglianza con l'essere vivente possa influenzare la percezione e l'accettazione da parte dell'utente. In particolare, viene spiegato come la somiglianza troppo

vicina a quella umana (*umano* [ma non] *troppo umano* si potrebbe dire, ovvero *Menschliches*, [nicht zu] *Allzumenschliches* se si vuole alludere a Friedrich Nietzsche) possa creare una sensazione di disagio, mentre una somiglianza inferiore può essere più accettabile. L'articolo di Mori esplora anche le implicazioni di questo concetto per le applicazioni della robotica, la psicologia e l'etica. In definitiva, l'articolo di Mori fornisce un quadro accademico e informativo di base ma multidisciplinare sul concetto di *Uncanny Valley* e sul suo ruolo nel design di robot e tecnologie simili.

L'ipotesi della valle dell'inquietante deriva da un disallineamento percettivo causato dall'osservazione di personaggi quasi umani che presentano varie incongruenze, come occhi molto grandi o inespressivi, espressioni facciali artificiose e movimenti del viso lontani dalla realtà. Queste incongruenze possono apparire strane agli osservatori e costituire un ostacolo per la teoria della mente. In psicologia, la teoria della mente si riferisce alla capacità di attribuire stati mentali, come credenze, intenzioni, desideri ed emozioni, sia a sé stessi che agli altri, al fine di comprenderli. L'*Uncanny* potrebbe essere intesa come l'affermazione ingenua che qualsiasi manipolazione volta a aumentare la somiglianza con l'essere umano conduca a un'esperienza negativa di affinità a livelli prossimi al realismo, ma non è così.

Ipotesi più recenti (Kätsyri, et. Ali, 2015) hanno suggerito che l'*Uncanny Valley* sia causata dalla difficoltà di categorizzazione tra artefatto e umano o da un *disallineamento percettivo* tra caratteristiche artificiali e umane. L'*Uncanny Valley* non va considerato solo negli aspetti negativi: esso può influenzare anche la reazione emotiva degli spettatori di fronte ai *Deepfake* che è un tipo di intelligenza artificiale utilizzata per creare immagini, audio e video ingannevoli in modo convincente. La sensazione di inquietudine e distacco generata dalla percezione di un personaggio quasi umano ma non del tutto convincente potrebbe indurre una risposta negativa, aumentando la diffidenza e l'insoddisfazione nei confronti dei contenuti manipolati. Questo potrebbe portare a una ridotta diffusione e accettazione sociale dei *Deepfake*. La sensazione di inquietudine e disconnessione emotiva generata da personaggi artificiali che si avvicinano alla somiglianza umana ma presentano incongruenze può indurre il pubblico a sospettare della loro autenticità e a cercare segnali di manipolazione digitale. Pertanto, comprendere e considerare l'*Uncanny Valley* è fondamentale per sviluppare strategie di riconoscimento e mitigazione dei *Deepfake*, così da preservare l'affidabilità delle informazioni e garantire una corretta valutazione dei contenuti mediatici. L'*Uncanny Valley* può limitare il dilagare dei *Deepfake* in diversi modi. In primo luogo, l'obiettivo principale dei *Deepfake* è quello di ingannare gli spettatori, facendo credere che il contenuto manipolato sia reale. Tuttavia, se il livello di somiglianza raggiunto attraverso i *Deepfake* si avvicina pericolosamente al confine della valle dell'inquietante, il pubblico potrebbe reagire negativamente e sospettare della sua autenticità. Questo

potrebbe comportare una diminuzione dell'efficacia dei *Deepfake* nel trarre in inganno le persone. In secondo luogo, l'*Uncanny Valley* evidenzia la presenza di piccole incongruenze che possono rivelare la manipolazione digitale. Gli esseri umani sono molto abili nel riconoscere anche le più piccole deviazioni dalla normale esperienza visiva, come dettagli anatomici irrealistici o movimenti facciali innaturali. Questa capacità di rilevare le discrepanze può mettere in guardia gli osservatori sulla presenza di un *Deepfake* e spingere a indagare ulteriormente per confermare l'autenticità del contenuto. Infine e bene ricordare che i *Deepfake* (o solo ricordarlo a livello visivo) possono minare l'integrità e l'autenticità dell'ambiente virtuale di apprendimento, compromettendo la fiducia degli studenti e degli insegnanti e creando un ambiente in cui è difficile distinguere la verità dalla falsità.

3. L'*Emotional Design* di Donald Norman: come creare una connessione emotiva tra utente e oggetto

L'*Emotional Design* di Donald Norman è una teoria che si concentra sull'importanza dell'emotività nell'esperienza dell'utente (2004). Secondo Norman, il design di un prodotto dovrebbe mirare a creare una connessione emotiva con l'utilizzatore, in modo che questi sviluppi un legame affettivo con il prodotto stesso. Tale connessione può essere ottenuta attraverso l'uso di elementi visivi, sonori e tattili che attivano le emozioni dell'utente. In questo modo, il design non è più solo una questione di funzionalità e usabilità, ma diventa un mezzo per generare una risposta emotiva positiva nell'utente. L'*Emotional Design* si applica a qualsiasi prodotto, dai dispositivi elettronici ai prodotti per la casa, alle automobili e alle esperienze digitali. In definitiva, il design emozionale può contribuire a migliorare la qualità dell'esperienza dell'utente. Donald Norman ha proposto tre tipologie di design nell'ambito dell'*Emotional Design*: il design viscerale, il design comportamentale e il design riflessivo (Ivi, pp.19-21). Il design viscerale si concentra sulla prima impressione che un oggetto (sia esso reale o virtuale) suscita nell'utente, ovvero la sua reazione immediata e istintiva alla vista, al tatto e all'odore del prodotto. Il design comportamentale si concentra sulla facilità d'uso e sull'esperienza dell'utente durante l'interazione con l'oggetto, e si preoccupa di creare un'esperienza d'uso efficace, efficiente e piacevole. Il design riflessivo si concentra invece sulla comprensione e sulla riflessione dell'utente sul prodotto, e si preoccupa di creare un prodotto che susciti emozioni e pensieri profondi nell'utente, portandolo ad apprezzare il prodotto non solo per la sua funzionalità, ma anche per il suo significato e valore. Norman utilizza l'esempio di una teiera per illustrare l'importanza del design emozionale. Egli afferma che la funzione principale di una teiera è quella di contenere acqua calda e versarla attraverso il beccuccio, ma che una buona teiera dovrebbe anche essere piacevole da guardare e da usare. Norman (2002) sostiene che una teiera

con un design emozionale attraente, come ad esempio una forma elegante, può suscitare emozioni positive negli utenti, rendendo l'esperienza dell'utente più soddisfacente³. Una delle teiere in questione risulta inutilizzabile in quanto, se adoperata, causerebbe una bruciatura alla mano del destinatario a causa del the caldo (Norman, 2004, p. 1). Nonostante ciò, la teiera induce una riflessione caratteristica dell'arte moderna. La suddetta teiera può essere considerata come un oggetto avente una bassa affinità per l'utente (in termini di *Uncanny Valley*). D'altra parte, Norman esprime un forte apprezzamento per una delle altre due teiere che, a suo avviso, è di grande incanto; si potrebbe dire poeticamente che questa bellezza è evidente durante il delicato rito in cui le foglie di tè, immersi in un'acqua calda, si concedono gradualmente alla trasformazione, "l'ambra liquida" si dipinge di sfumature che svelano l'essenza di quella bevanda.

Tale teiera è caratterizzata dalla sua trasparenza e dal fatto che suscita emozioni positive in chi la osserva. Norman la considera addirittura come uno dei suoi oggetti preferiti e associa a essa ricordi positivi (Ivi, p. 4). Infine, la terza teiera è stata progettata e realizzata considerando ogni fase dell'infusione del the, ed è stata ottimizzata per essere appoggiata sul tavolo in tre diverse posizioni, tutte accuratamente studiate. Tuttavia, nonostante l'apprezzamento che Norman nutre nei confronti di tali teiere, egli utilizza un bollitore comune per preparare il tè e riserva alle tre teiere un trattamento di cura particolare. Egli dimostra di preferire l'osservazione alla loro effettiva utilizzazione, evidenziando il rischio implicito nell'evitare di utilizzare oggetti che amiamo. In definitiva, il modello di design proposto da Norman (viscerale, comportamentale e riflessivo) cerca di integrare l'aspetto emotivo nella progettazione dei prodotti, al fine di creare un'esperienza d'uso completa e soddisfacente per l'utente. Per Norman il livello viscerale è veloce: esprime giudizi rapidi su ciò che è buono o cattivo, sicuro o pericoloso, e invia segnali appropriati ai muscoli (il sistema motorio) e allerta il cervello. Questo è l'inizio dell'elaborazione affettiva. Questi sono biologicamente determinati e possono essere inibiti o potenziati attraverso segnali di controllo dall'alto. Il livello comportamentale è la sede della maggior parte dei comportamenti, atteggiamenti e condotte tipiche delle persone. Le sue azioni possono essere potenziate o inibite dal livello riflessivo e, a loro volta, possono potenziare o inibire il livello viscerale. Il livello più alto è quello del pensiero riflessivo. Si noti che non ha accesso diretto né agli input sensoriali né al controllo del comportamento. Invece sorveglia, riflette e cerca di influenzare il livello comportamentale (Ivi, p.21).

³ È possibile reperire maggiori informazioni riguardo alle teiere scelte da Don Norman, nonché le motivazioni che le hanno indotte a selezionarle in relazione ai diversi tipi di design, mediante la consultazione dell'indirizzo web: https://jnd.org/emotion_design_attractive_things_work_better/

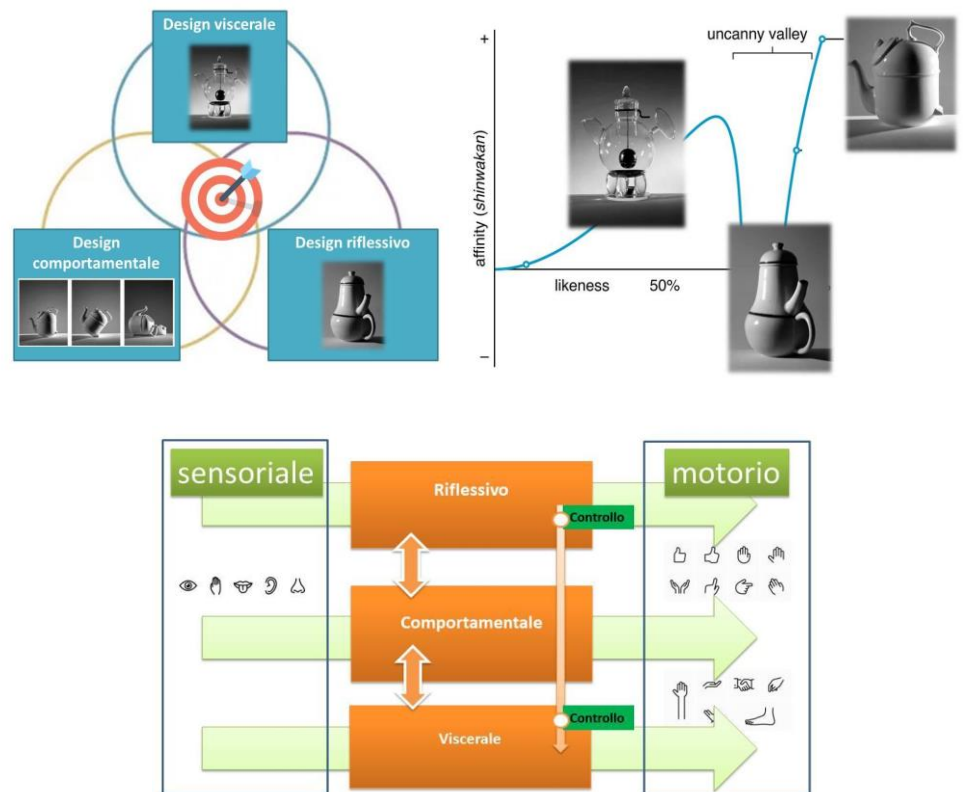


Figura 1. Le teiere selezionate da Norman al fine di rappresentare i vari tipi di design, una proposta di disposizione spaziale delle stesse in relazione alla teoria dell'*Uncanny Valley* e il modello relativo di design (viscerale, comportamentale e riflessivo, adattamento da Norman, 2004, p.21)

L'*Emotional Design* di Donald Norman è una teoria che può essere applicata anche al design dei videogiochi, in quanto l'esperienza di gioco è fondamentalmente un'esperienza emotiva (Ivi, p.128). Secondo Norman, i videogiochi dovrebbero mirare a creare una connessione emotiva con il giocatore attraverso l'uso di elementi visivi, sonori e tattili, al fine di creare un'esperienza coinvolgente e memorabile. Il design emozionale può essere utilizzato per creare un senso di immersione nel gioco, dove il giocatore si sente completamente coinvolto nella storia e nei personaggi. Inoltre, il design emozionale può contribuire a creare un senso di soddisfazione e di gratificazione nel giocatore, attraverso l'uso di *feedback* visivi e sonori che premiano le azioni del giocatore. In definitiva, il design emozionale può contribuire a migliorare la qualità dell'esperienza di gioco e, usando dei termini di economia aziendale, aumentare la fidelizzazione del giocatore verso il gioco e il *brand* del produttore.

4. Valutazione della percezione dell'*Uncanny Valley* in bambini attraverso un test per immagini: presentazione del metodo e confronto tra i dati raccolti in due diverse città.

Lo scopo di questo paragrafo è quello di presentare delle considerazioni basate sulla valutazione la percezione dell'*Uncanny Valley* in bambini di quinta della scuola primaria attraverso un test per immagini. I test consistevano nel mostrare ai bambini diverse immagini, alcune delle quali erano molto realistiche e altre meno; ai bambini venivano fatte delle domande per valutare la loro reazione emotiva e la loro preferenza tra le diverse immagini. L'*Ipotesi di lavoro* dei test presentati in questo paragrafo è che l'*Uncanny Valley* può essere a sua volta ampliata a vari tipi di esseri viventi, in questo caso *pets* ovvero cuccioli di animali domestici. Più nel dettaglio, ogni ricostruzione computerizzata di esseri viventi come cani e gatti che appaia troppo realistica ma non corrispondente alla realtà può provocare inquietudine perché l'illusione può creare un senso di disorientamento e ambiguità tra ciò che è reale e ciò che è artificiale (come nell'approfondimento fatto pocanzi sul *deepfake*) attivando nei vari test un'associazione negativa con l'immagine prossima alla valle perturbante. L'effetto della *Uncanny Valley* non si verifica invece con i cartoni animati poiché questi non hanno lo stesso livello di somiglianza e realismo. In effetti, i cartoni animati sono spesso stilizzati e presentano tratti accentuati o non realistici che li distinguono nettamente dagli esseri viventi. Inoltre, i cartoni animati sono spesso caratterizzati da espressioni facciali e movimenti grotteschi o esagerati che non possono essere associati alla vita reale. Pertanto, l'osservatore non sperimenta lo stesso senso di disorientamento o ambiguità che può essere provocato dalla somiglianza quasi perfetta di una ricostruzione 3D di un essere vivente.

Per poter comprendere appieno il lavoro svolto, è necessario fornire una presentazione più approfondita del metodo, riguardante l'impiego di immagini dei gattini nel primo esperimento proposte per la batteria del primo test per immagini. Nello specifico, il valore 1 rappresenta un gattino in stile cartone animato (*cartoon*), il valore 2 corrisponde a un rendering ad alta risoluzione e il valore 3 denota una foto dal vero (fotografia reale). Nel secondo esperimento, invece, erano disponibili solo i valori 1 e 2, rappresentanti rispettivamente un gattino in stile cartone animato (*cartoon*) e un rendering ad alta risoluzione.

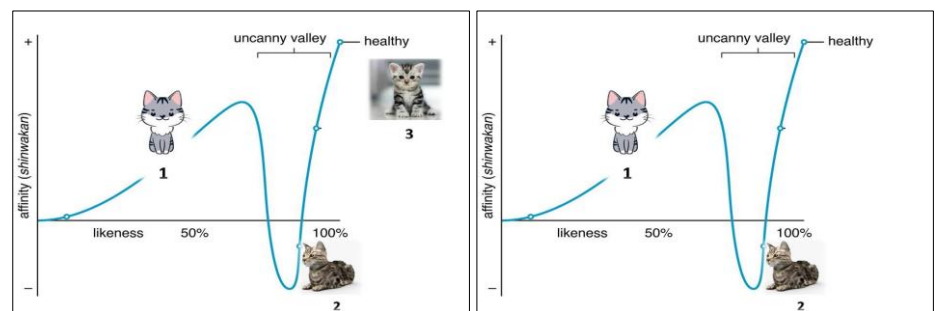


Figura 2. La disposizione spaziale delle diverse rappresentazioni visive all'interno di un sistema di coordinate cartesiane che combina i concetti di verosimiglianza e affinità, relativo alla teoria dell'Uncanny Valley in relazione ad alcune domande del test

Di seguito viene fornita un'esposizione metodologica riguardante i grafici: nel contesto del primo test relativo ai cani, l'elemento rappresentato dal numero 1 assume la forma di un *cartoon*, il numero 2 corrisponde a un *cartoon* in computer graphic e il numero 3 rappresenta una fotografia dal vero. Nel secondo test, invece, il numero 1 rappresenta sempre lo stesso cartone animato del test precedente indicato con il numero 1, il numero 2 è un cartone animato in computer graphic (come nel test precedente), mentre la fotografia reale non è inclusa in questo specifico caso.

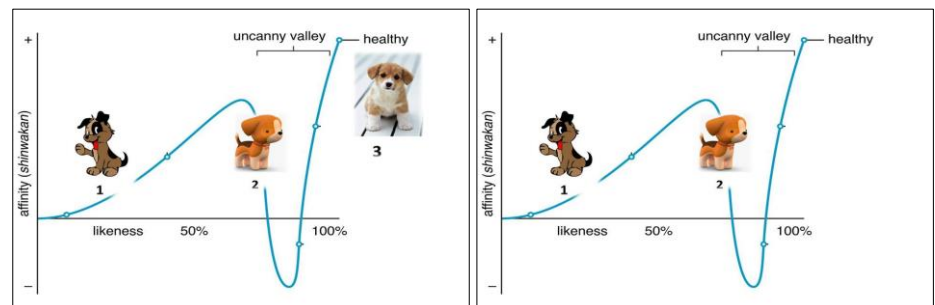



Figura 3. La disposizione spaziale delle diverse rappresentazioni visive all'interno di un sistema di coordinate cartesiane che combina i concetti di verosimiglianza e affinità.

In particolare, sono stati confrontati i dati raccolti in due diverse città: Perugia (la dicitura *Perugia-v2* indica una seconda raccolta dati effettuata a Perugia per un test di coerenza a cui sono state aggiunte due ulteriori scelte da compiere) e Varedo. Le scuole coinvolte sono state: 1) P.I.C. Perugia 1 "F. Morlacchi" Perugia (PG); 2) P.I.C. "Aldo Moro e Martiri" Varedo (MB).

Ai partecipanti è stato somministrato un test per immagini composto da almeno quattro domande (ci sono state delle assenze tra un test e l'altro). Ecco la tabella con le risposte relative ai dati raccolti a Perugia (nel dettaglio, la parte dello studio svolto a

Perugia si concentra su due fasi di somministrazione sequenziale, identificate come Perugia e Perugia-v2, che coinvolgono rispettivamente 53 e 48 partecipanti):

<i>Perugia</i> Scelta del tipo d'immagine	
Scelta 1 cartoon	1
Scelta 2 computer graphic rendering	7
Scelta 3 foto dal vero	45
Tot	53


<i>Perugia</i> Scelta del tipo d'immagine	
Scelta 1 cartoon	2
Scelta 2 computer graphic cartoon	0
Scelta 3 foto dal vero	50
Tot	53

Tabella 1. Test effettuato all'I.C. Perugia 1 "F. Morlacchi" Perugia (PG).



<i>Perugia</i> Domanda		
Scelta 1	14	26
Scelta 2	38	27
Tot	52	53

Tabella 2. Test effettuato all'I.C. Perugia 1 "F. Morlacchi" Perugia (PG).

Di seguito si espone la motivazione metodologica sottesa alla selezione dei test statistici impiegati nell'analisi dei dati acquisiti. In termini generali, per verificare che non esiste indipendenza in distribuzione dei dati raccolti viene applicato il test del chi quadro (χ^2), che è una tecnica statistica utilizzata per determinare se esiste una relazione significativa tra due variabili, fortunatamente, esiste una variante del test del chi quadrato chiamata *test del chi quadrato per bontà di adattamento* anche noto come *test del chi quadrato univariato*, che può essere utilizzata per analizzare una sola variabile categoriale

rispetto a una distribuzione di frequenza teorica o aspettata⁴. L'obiettivo è determinare se esiste una differenza significativa tra la distribuzione osservata e quella attesa (in questo caso il totale dei partecipanti diviso il numero di possibilità di scelte ovvero 3, 2 o 5). Nel caso della tabella 1 relativa ai gattini il $\chi^2=9^{-15}$ che è minore del valore soglia standard di 0,01, questo significa che la scelta del gattino fotografato dal vero non è casuale ma è determinata da un'effettiva preferenza che ha un suo sottinteso (l'ipotesi di lavoro dell'*Uncanny Valley*). Analogamente nel caso dei cagnolini il $\chi^2 = 8^{-10}$ minore del valore soglia standard di 0,01 e questa affermazione implica che la selezione del cagnolino fotografato non è casuale, ma è influenzata da una preferenza effettiva che è sottintesa, sempre con riferimento all'ipotesi di lavoro. Per quanto riguarda la tabella 2 relativa ai gattini il $\chi^2 = 0,0009$ (minore del valore soglia standard di 0,01) e la colonna relativa ai cagnolini ha come valore $\chi^2= 0,9$ che non soddisfa il test del χ^2 , questo non è un valore inaspettato, anzi dimostra che due immagini *cartoon*, l'una disegnata e l'altra in computer graphic non offrono grandi differenze all'osservatore (essendo entrambi fuori dall'*Uncanny Valley* e non fotografie reali).

Il test denominato Perugia-v2 è stato eseguito in un secondo momento su un gruppo di studenti aggiuntivi presso l'Istituto Comprensivo di Perugia 1 "F. Morlacchi" a Perugia (PG), con un totale di 48 somministrazioni effettuate nel corso di diverse settimane. In seguito, viene presentato il test Perugia-v2, il quale ha introdotto due ulteriori scelte rispetto a quelle presenti nella versione precedente. Le nuove domande si distinguono per due caratteristiche principali: le immagini non sono più strettamente associate a un valore di verosimiglianza progressivamente crescente e includono due nuove categorie. Nel caso dei gatti le categorie sono le seguenti: 1) cartone animato, 2) rendering, 3) foto di un peluche, 4) foto di un gatto robot, 5) foto reale. Per quanto riguarda i cani le categorie sono le seguenti: 1) cartone animato, 2) cartone animato in computer graphics, 3) foto di un cane robot, 4) foto di un cane di peluche, 5) foto reale.

⁴ Al fine di conformarsi alle linee guida generali relative al test del chi quadrato, è stata adottata una decisione preventiva di non calcolare i valori di chi quadrato rispetto ai dati di Varedo. Tale scelta è motivata dalla raccomandazione, relativa al test stesso, di avere un numero totale di occorrenze pari o superiore a 20. Questa indicazione deriva dal presupposto che il test si basi su una distribuzione asintotica del χ^2 , che diventa più attendibile con un numero maggiore di occorrenze. Nel caso in cui il numero totale di occorrenze sia molto basso, ad esempio inferiore a 10, possono sorgere problematiche quali la scarsa potenza statistica, ovvero la capacità stessa di un test di identificare un effetto e, al contempo, di rilevare relazioni significative.

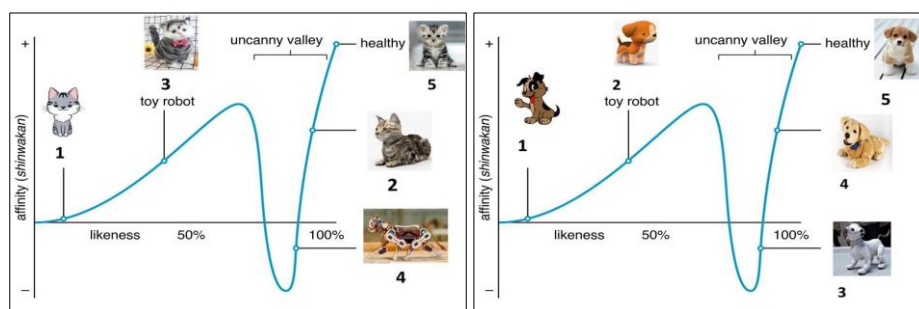


Figura 4. La disposizione spaziale delle diverse rappresentazioni visive all'interno di un sistema di coordinate cartesiane che combina i concetti di verosimiglianza e affinità, relativo alla teoria dell'*Uncanny Valley* in relazione alle domande in cui le possibili scelte erano 5.

Sia gli esperimenti condotti a Perugia sia quelli effettuati a Varedo dimostrano una "sensibilità" naturale dei bambini nell'osservare e percepire il fenomeno dell'*Uncanny Valley*, anche senza possedere una conoscenza teorica pregressa su di esso. Si può notare come i partecipanti di Perugia abbiano in media risposto in modo leggermente diverso rispetto ai partecipanti di Varedo. In particolare, i partecipanti di Perugia hanno mostrato una sensibilità maggiore all'effetto *Uncanny Valley* nella seconda compilazione del test per immagini. Si è accennato a delle ulteriori domande introdotte nel test denominato *Perugia-v2*; sono state aggiunte due nuove domande riguardanti la visualizzazione di altre immagini con differenti livelli di *Uncanny Valley*. I risultati sono stati analizzati separatamente per ogni domanda e per ogni città. Segue la presentazione della tabella contenente i risultati ottenuti nel test *Perugia-v2*:





















Perugia.v2	  	 	    	  	 	    
Domanda	1 2 3	1 2	1 2 3 4 5	1 2 3	1 2	1 2 3 4 5
Scelta 1						
Scelta 2		2	38	2	5	22
Scelta 3		43		15	41	
Scelta 4				4		
Scelta 5				26		
						31

Tabella 3. Secondo test effettuato all'I.C. Perugia 1 "F. Morlacchi" Perugia (PG) (sono indicate le occorrenze di ogni scelta e in grigio le scelte non presenti in quella specifica domanda).

Il test del chi quadro è stato utilizzato per valutare i risultati di diverse colonne di dati. Nella prima colonna, il valore ottenuto è $\chi^2 = 0,000002$, indicando che il test è stato superato (con $p=0,01$). Analogamente, anche nella seconda colonna il valore $\chi^2 = 0,00005$ supera la soglia di significatività del test (con $p=0,01$). Lo stesso si applica

alla terza colonna, dove $\chi^2 = 0,0002$, e alla quarta colonna, con $\chi^2 = 0,000009$. Tuttavia, nella quinta colonna, il valore $\chi^2 = 0,6$ non raggiunge la soglia di significatività, confermando che i due cartoni animati non generano evidenti effetti Uncanny. Infine, l'ultima colonna presenta un valore $\chi^2 = 0,00009$ che supera la soglia di significatività del test (con $p=0,01$).

esito del test del chi quadrato univariato	χ^2	p	superato	conforme con l'ipotesi dell'Uncanny Valley
Perugia test 1	9^{-15}	0,01	si	si
Perugia test 2	8^{-10}	0,01	si	si
Perugia test 3	0,0009	0,01	si	si
Perugia test 4	0,9	0,01	no	si
Perugia.V2 test 1	0,000002	0,01	si	si
Perugia.V2 test 2	0,00005	0,01	si	si
Perugia.V2 test 3	0,0002	0,01	si	si
Perugia.V2 test 4	0,6	0,01	no	si
Perugia.V2 test 5	0,00009	0,01	si	si

Tabella 4. Tabella riassuntiva dei test del chi quadrato univariato effettuati.

Di seguito i valori per Varedo (5 partecipanti):




















Varedo																				
Domanda	1	2	3	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	1	2	3	4	5
Scelta 1			0		2				0			2		4						1
Scelta 2			2		3				0			0		1						0
Scelta 3			3						0			3								0
Scelta 4									0											0
Scelta 5									5											4

Tabella 5. Test effettuato all'I.C. “Aldo Moro e Martiri” Varedo (MB) (sono indicate le occorrenze di ogni scelta e in grigio le scelte non presenti in quella specifica domanda).

Tutto ciò premesso, è ora possibile formulare la seguente tesi a partire dall'analisi dei dati raccolti: i risultati indicano che i bambini di classe quinta sono in grado di percepire l'effetto dell'*Uncanny Valley*, poiché i dati hanno dimostrato una maggiore tendenza ad evitare le immagini che si collocano in questa regione.

I dati suggeriscono che i bambini hanno avuto una risposta simile alle immagini situate in modo opportuno nei grafici cartesiani in termini di verosimiglianza-affinità (ovvero di effetto *Uncanny Valley*), indicando una difficoltà maggiore nella percezione di tali immagini come piacevoli o realistiche. Tale tendenza è stata altresì riscontrata nei loro resoconti relativi alle domande basate su cinque diverse tipologie di immagini. Alla luce di questi dati, si può affermare che l'effetto “*Uncanny Valley*” è effettivamente percepito dai bambini delle due scuole prese in esame. Di conseguenza, sarebbe di interesse replicare le misure, effettuate a scopo esplorativo, su un campione statistico rappresentativo, al fine di poter generalizzare la significatività dei risultati.

5. La relazione tra l'*Uncanny Valley* e i tre tipi di design proposti da Donald Norman: un'analisi sulla percezione emotiva dell'osservatore

Il concetto di design emozionale di Donald Norman, che si concentra sulla creazione di una connessione emotiva con l'utente attraverso il design di un prodotto, può essere correlato alla teoria di Masahiro Mori, secondo cui la somiglianza troppo realistica di un soggetto virtuale o di un robot può suscitare inquietudine e rifiuto nell'osservatore, compromettendo l'efficacia del design stesso. Sebbene i due concetti possano sembrare apparentemente non correlati, la connessione tra di essi sta nel fatto che entrambi cercano di creare un'esperienza emotiva positiva nell'utente, sebbene attraverso approcci diversi. In particolare, mentre il design emozionale di

Norman cerca di attivare le emozioni positive dell'utente attraverso un'interfaccia visuale e tattile gradevole ed esteticamente piacevole, l'*Uncanny Valley* di Mori sottolinea l'importanza di evitare l'eccessiva somiglianza tra un oggetto artificiale e un essere vivente, al fine di evitare la reazione emotiva negativa dell'osservatore. In sintesi, entrambi i concetti cercano di ottimizzare l'esperienza emotiva dell'utente attraverso l'attenzione alla progettazione dell'interazione tra utente e oggetto, sebbene il focus dell'uno sia sull'aspetto estetico e quello dell'altro sulla similitudine con l'essere vivente.

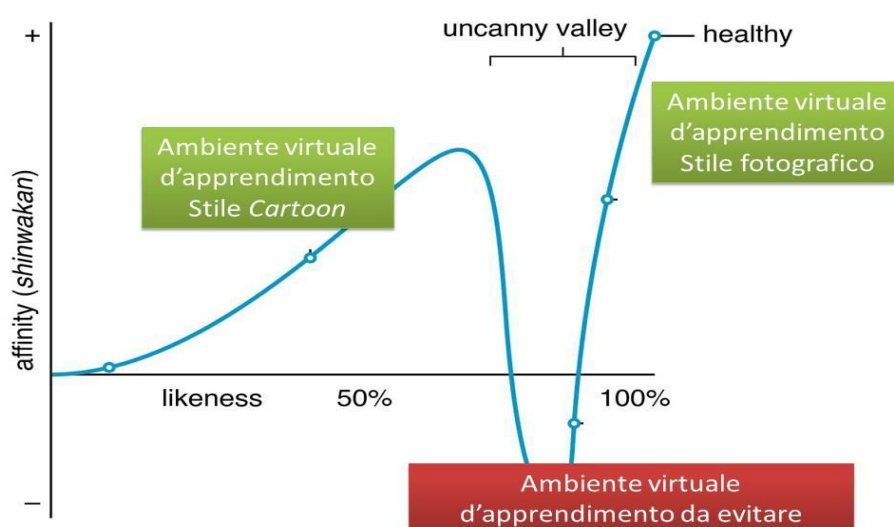


Figura 5. La disposizione spaziale di ambienti virtuali d'apprendimento opportunamente progettate per evitare l'*Uncanny Valley* (in verde)

Tale teoria può essere collegata ai tre tipi di design proposti da Donald Norman: il design viscerale, il design comportamentale e il design riflessivo, in quanto ogni tipo di design può influenzare il modo in cui l'osservatore percepisce e reagisce all'oggetto artificiale, e quindi alla sua somiglianza con un essere vivente. *Design viscerale*: il primo tipo di design, che si concentra sulla reazione immediata e istintiva dell'utente, può influenzare la percezione dell'osservatore sull'oggetto artificiale, in quanto la sua prima impressione visiva e tattile può indurre emozioni positive o negative. Nell'ambito dell'*Uncanny Valley*, il design viscerale potrebbe contribuire a ridurre la reazione emotiva negativa dell'osservatore, poiché un'interfaccia visuale e tattile gradevole e armoniosa potrebbe attutire l'impatto emotivo della somiglianza con un essere vivente. *Design comportamentale*: il secondo tipo di design, che si concentra sull'esperienza d'uso dell'utente, può influenzare la percezione dell'osservatore sull'oggetto artificiale,

in quanto la facilità d'uso e l'efficacia dell'interazione possono generare emozioni positive o negative. Nell'ambito dell'*Uncanny Valley*, il design comportamentale potrebbe contribuire a ridurre la reazione emotiva negativa dell'osservatore, poiché un'interazione efficace e naturale con l'oggetto artificiale potrebbe far dimenticare o attenuare l'impatto emotivo della somiglianza con un essere vivente. *Design riflessivo*: il terzo tipo di design, che si concentra sulla comprensione e sulla riflessione dell'utente, può influenzare la percezione dell'osservatore sull'oggetto artificiale, in quanto il significato e il valore dell'oggetto possono generare emozioni profonde e complesse. Nell'ambito dell'*Uncanny Valley*, il design riflessivo potrebbe contribuire a ridurre la reazione emotiva negativa (in termini di $y=f(x)$ sull'asse cartesiano) dell'osservatore, poiché un'esperienza d'uso arricchita da significati e valori profondi potrebbe distogliere l'attenzione dall'aspetto estetico e dalla somiglianza con l'essere umano, attenuando così l'impatto emotivo negativo.

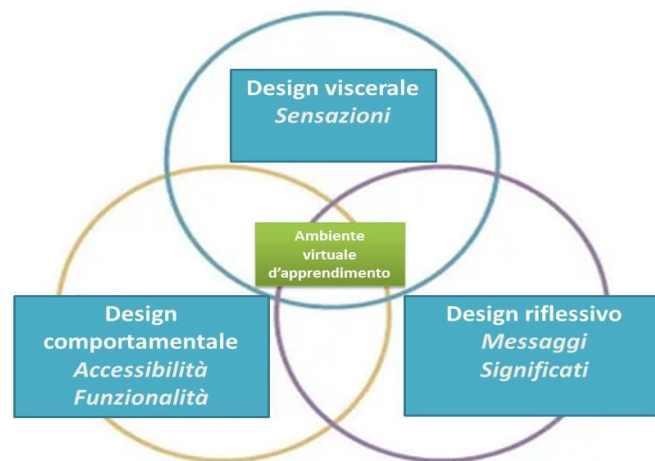


Figura 6. La disposizione spaziale di ambienti virtuali d'apprendimento opportunamente progettate tenendo conto dell'*Emotional Design*.

6. Design Centrato sull'Utente (HCD): Metodo Iterativo e Ciclico per il Miglioramento Continuo degli ambienti d'apprendimento virtuali

Il professor Norman ha contribuito anche alla definizione del design centrato sull'utente (HCD). Questa metodologia ha un framework iterativo caratterizzato da osservazioni, ideazione, prototipazione rapida e test, in cui ogni ciclo di iterazione si basa sulle lezioni apprese dal ciclo precedente e termina quando i risultati sono ap-

propriati o il tempo assegnato è esaurito. Norman ha riconosciuto che il continuo processo di verifica con gli utenti previsti avrebbe portato a miglioramenti incrementali del prodotto, una procedura che ha definito come una forma di “scalata di colline”, un procedimento matematico noto per trovare l'ottimizzazione locale (Norman, Verganti, 2014). Nel *design*, la “scalata di colline” è utilizzata per esplorare la “collina multidimensionale” in cui la posizione lungo l'asse verticale rappresenta la qualità del prodotto, mentre la posizione lungo l'asse orizzontale rappresenta le scelte tra i vari parametri di *design* che nel caso di un ambiente d'apprendimento virtuale si caratterizza principalmente in termini di efficacia, accessibilità e inclusione. Sebbene la scalata di colline garantisca un miglioramento continuo con la terminazione finale al picco dell'altura, i metodi di scalata di colline rimangono intrappolati in massimi locali, poiché gli "scalatori" non hanno modo di sapere se potrebbero essere scalati “colli” ancora più alti in qualche altra parte dello spazio di *design*. La prototipazione e il testing rapidi ripetuti sono la pratica adottata in HCD per muoversi in avanti e rilevare eventuali massimi locali (Norman, Verganti, 2014). Questo modo di progettare e operare è coerente con: 1) il metodo del semplice che è una tecnica di ottimizzazione utilizzata in ricerca operativa⁵ per risolvere problemi di programmazione lineare (Martello, 2022, pp.57-61), il suo obiettivo è trovare la soluzione ottimale di un sistema di equazioni lineari soggetto a restrizioni; 2) lo sviluppo ciclico, noto anche come modello di sviluppo iterativo o agile, che è un approccio all'ingegneria del software (Ghezzi, Jazayeri, Mandrioli, 2004; Mishra, Dubey, 2013; Saini, Kaur, 2014; Rastogi, 2015) in cui il processo di sviluppo viene suddiviso in cicli o iterazioni. Invece di sviluppare l'intero software in una volta sola, il processo viene diviso in fasi più piccole, in cui vengono sviluppati, testati e consegnati dei singoli pezzi di software ad ogni iterazione⁶; 3) con la teoria dell'apprendimento ciclico di Bruner, (1995, 2002)

⁵ In pratica, il metodo del semplice prevede di partire da un punto di partenza (ad esempio il valore iniziale di una variabile) e di spostarsi iterativamente lungo un percorso che porta alla soluzione ottimale. Durante ogni iterazione, il metodo del semplice calcola la funzione obiettivo e le restrizioni del sistema lineare, e cerca di trovare la combinazione ottimale di variabili che soddisfi le restrizioni. Il metodo del semplice utilizza un algoritmo di ottimizzazione iterativo che prende in considerazione i valori attuali delle variabili e cerca di migliorarli in modo incrementale, con l'obiettivo di massimizzare o minimizzare la funzione obiettivo. L'algoritmo continua a iterare fino a quando non viene raggiunto un punto di convergenza che soddisfa le restrizioni del sistema lineare. Il metodo del semplice è uno dei metodi più utilizzati per la programmazione lineare e trova applicazione in molti settori, tra cui l'economia, la finanza, l'ingegneria e la gestione delle risorse.

⁶ In questo modello, ogni iterazione è solitamente composta da quattro fasi: pianificazione, progettazione, sviluppo e test. Una volta che un'iterazione è stata completata, il prodotto software viene consegnato al cliente per un feedback, che viene quindi utilizzato per migliorare il software nella successiva iterazione. Questo processo iterativo di sviluppo e feedback viene ripetuto fino a quando il prodotto software non soddisfa i requisiti del cliente. Lo sviluppo ciclico è stato introdotto come una risposta ai problemi associati allo sviluppo del software in modo sequenziale, come il modello a cascata. In questo modello sequenziale, il processo di sviluppo è diviso in fasi rigide, in cui il lavoro di ogni fase deve essere completato prima di poter passare alla fase successiva. Questo approccio sequenziale può essere inefficiente, poiché i problemi rilevati in una fase possono richiedere una modifica nella fase precedente. Lo sviluppo ciclico, invece, consente al processo di sviluppo di adattarsi e di rispondere ai cambiamenti

secondo questa teoria, l'apprendimento, in questo caso del designer, avviene attraverso una serie di cicli di attività cognitive che includono l'acquisizione di informazioni, la manipolazione delle informazioni e la riflessione sui risultati ottenuti, il processo di apprendimento ciclico di Bruner si basa sull'idea che gli individui costruiscono conoscenze attraverso la sperimentazione e la riflessione sulle esperienze; questa teoria ha evidenziato l'importanza dell'apprendimento attivo e della riflessione sulle esperienze, ponendo l'attenzione sulla capacità degli individui di costruire il loro proprio significato attraverso l'esperienza e la manipolazione delle informazioni.

6. Conclusione

Il presente studio ha indagato le possibili implicazioni dell'effetto “*Uncanny Valley*” e dei principi dell'*Emotional Design* sull'esperienza di apprendimento in ambienti virtuali. Tale obiettivo è stato perseguito attraverso la messa in relazione di diverse teorie e concetti scientifici, fornendo esempi concreti per illustrare l'applicazione di tali teorie e concetti. Inoltre, è stata condotta una ricerca intesa a validare questa proposta teorica. Naturalmente la constatazione dell'importanza della dimensione emotiva dell'apprendimento, già da qualche decennio messa in evidenza da noti ricercatori come Goleman et Gardner, non intende sottostimare altri aspetti fondamentali, come la comprensione e la memorizzazione dei contenuti. Se la dimensione emotiva appare come un aspetto importante nella regolazione delle modalità di apprendimento, gli autori del presente lavoro desiderano tuttavia precisare che ai fini di una comprensione globale dell'apprendere non è pensabile di sottostimare gli aspetti cognitivi dei processi di apprendimento. In altre parole quello che si evince dall'integrazione degli aspetti emotivi con quelli di contenuto (potremmo dire “cognitivi”) negli ambienti virtuali porta alla conclusione che è opportuno favorire una presentazione più accattivante tenendo sempre conto dell'efficacia in termini di apprendimento. Il *design* centrato sull'utente può favorire la realizzazione di ambienti d'apprendimento per bambini attraverso la creazione di prodotti e ambienti che siano intuitivi, facili da usare e adatti alle esigenze dei bambini. Utilizzando l'HCD, i designer possono comprendere meglio le esigenze dei bambini e progettare ambienti d'apprendimento che sostengano la motivazione ad apprendere efficacemente. E' possibile affermare che, per evitare l'effetto dell'*Uncanny Valley*, i *designer* possono avvalersi dei principi dell'*Emotional Design* al fine di promuovere una risposta emotiva positiva nell'utente, con l'obiettivo di concepire ambienti d'apprendimento che suscitino un impatto emozionale positivo. Si potrà, ad esempio, evitare la

durante lo sviluppo del software. Questo approccio agile consente una maggiore flessibilità nel processo di sviluppo, facilitando una risposta rapida ai cambiamenti dei requisiti richieste dell'utilizzatore.

presentazione di avatar virtuali che presentino somiglianze disturbanti con gli esseri umani o altri oggetti appartenenti al contesto in cui i processi di apprendimento si configurano. Come mostrano le esperienze nel campo della *gamification* (Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014; Oliveira et al., 2023) e del *game-based learning* (Tobias, Fletcher, & Wind, 2014; Plass, Homer, & Kinzer, 2015) i designers possono immaginare ambienti di apprendimento coinvolgenti e stimolanti per i bambini integrando in modo equilibrato le dimensioni emozionali e cognitive. Questi approcci si fondano sulla partecipazione attiva e collaborativa dei bambini che percepiscono l'esperienza educativa come più divertente e coinvolgente. Gli effetti documentati in questo contributo mostrano inoltre come il design delle situazioni educative vada realizzato in maniera iterativa, testando e migliorando continuamente i prodotti per assicurare la congruità degli stessi alle interpretazioni che ne fanno i bambini evitando i gli effetti emozionali negativi. La fisiologia è un fattore determinante nell'*Uncanny Valley*, quest'ultima rappresenta una valle in cui "si cade", a livello percettivo, in una "scarlata" e in analogia con le cadute reali, i passi falsi e le illusioni che possono verificarsi non sono solo il risultato di una percezione errata (legata alla vista in questo caso), ma riflettono il complesso intreccio tra la nostra fisiologia, il cervello e l'ambiente (Berthoz, 1997, 2011, 2013; Aiello, 2012; Aiello, Di Tore, Di Tore, Sibilio, 2013; Sibilio, 2017, 2023). Partendo da tale premessa, risulterebbe opportuno sviluppare ricerche al fine di esaminare se l'effetto dell'*Uncanny Valley* si manifesti in maniera uniforme in gruppi e multiculturali. Ciò consentirebbe di verificare se tale fenomeno sia associabile principalmente a fattori biologici o psicologici, in relazione al modo in cui gli organismi funzionano e interagiscono con l'ambiente circostante, permettendo di meglio stimare il ruolo dei fattori sociali e culturali. Attraverso queste analisi, si potrebbe mettere in evidenza la potenziale connessione dell'*Uncanny Valley* con un aspetto "atavico" dell'individuo, indipendente dal modo in cui si è sviluppato psicologicamente e dalle influenze culturali che lo caratterizzano. Tuttavia, sarebbe altresì interessante considerare l'eventualità opposta, ovvero che la società e la cultura esercitino un'influenza significativa sulla percezione di ciò che è (o non è) inquietante all'interno del contesto dell'*Uncanny Valley*. In tal caso, verificare il ruolo dei fattori sociali e culturali nella valutazione dell'ambiguità e dell'affinità degli oggetti potrebbe contribuire a una più completa comprensione della fenomenologia dell'*Uncanny Valley* e delle sue manifestazioni in differenti contesti culturali. In effetti le differenze culturali possono influenzare la sensibilità delle persone nei confronti dell'*Uncanny Valley*, ad esempio, alcuni aspetti considerati come *inconsueti* in una cultura potrebbero apparire del tutto normali in un'altra. Per un assiduo lettore di *Manga* non appaiono così inconsueti gli occhi di grandi dimensioni dei personaggi che rappresentano un ben

determinato “prodotto culturale”⁷. Tutto questo si potrà approfondire in futuri lavori di ricerca.

Più in generale, un'analisi approfondita di tali aspetti potrebbe apportare significativi contributi alla comprensione delle interazioni complesse tra percezione umana, fattori biologici, psicologici, fisiologici, sociali e culturali nell'elaborazione delle sensazioni di familiarità e inquietudine suscitate dall'Uncanny Valley.

References

- Aiello, P. (2012). *Il cammino della ricerca didattica sul corpo in movimento verso la semplicità. Aspetti epistemologici e metodologici*. Lecce: Pensa Editore.
- Aiello, P., Di Tore, S., Di Tore, P. A., & Sibilio, M. (2013). Didactics and simplexity: Umwelt as a perceptive interface. *Didactics and Simplexity: Umwelt as a Perceptive Interface*, 27-35.
- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Paris: Odile Jacob.
- Berthoz, A. (2011). *La semplicità*. Torino: Codice.
- Berthoz, A. (2013). *La vicariance*, Paris: Odile Jacob.
- Bruner, J. S. (1995). *Verso una teoria dell'istruzione*. Roma: Armando editore.
- Bruner, J. S. (2002). *La cultura dell'educazione. Nuovi orizzonti per la scuola*. Feltrinelli editore.
- Eco, U. (1997). *Apocalittici e integrati: comunicazioni di massa e teorie della cultura di massa*. Milano: Bompiani.
- Ghezzi, C., Jazayeri, M., & Mandrioli, D. (2004). *Ingegneria del software: fondamenti e principi*. Milano: Pearson Italia Spa.
- Kätsyri, J., Förger, K., Mäkäräinen, M., & Takala, T. (2015). A review of empirical evidence on different uncanny valley hypotheses: support for perceptual mismatch as one road to the valley of eeriness. *Frontiers in psychology*, 6, 390.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. In *2014 47th Hawaii international conference on system sciences*. IEEE, pp. 3025-3034.
- Kendall, E. (2022, November 8). *Uncanny Valley*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/uncanny-valley>
- Mishra, A., & Dubey, D. (2013). A comparative study of different software development life cycle models in different scenarios. *International Journal of Advance research in computer science and management studies*, 1(5).

⁷ Umberto Eco (1997), ha definito il concetto di "prodotto culturale" come un'opera o un oggetto che viene creato e diffuso all'interno di un contesto culturale specifico. Secondo Eco, un prodotto culturale è un'entità che porta con sé significati, valori e rappresentazioni simboliche che riflettono la società, la storia e le ideologie del tempo e del luogo in cui è stato creato e ancora un prodotto culturale è un'opera o un oggetto che porta con sé significati simbolici e riflette l'identità e la cultura di una determinata società. Essi svolgono un ruolo fondamentale nel processo di comunicazione e nella trasmissione di valori e idee all'interno di una comunità culturale.

- Mori, M. (1970). The Uncanny Valley: the original essay by Masahiro Mori. IEEE Spectrum.
- Mori, M., (2012). The Uncanny Valley [from the field], IEEE Spectrum, 2012, 12th June, <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/the-uncanny-valley>
- Martello, S. (2022). Ricerca operativa. Bologna: Società Editrice Esculapio.
- Norman, D. A. (2002). Emotion and design: Attractive things work better. Interactions Magazine, ix (4), 36-42. https://jnd.org/emotion_design_attractive_things_work_better/
- Norman, D. A. (2004). Emotional design. Perché amiamo (o odiamo) gli oggetti della vita quotidiana. Milano: Apogeo.
- Norman, D. A., & Verganti, R. (2014). Incremental and radical innovation: Design research vs. technology and meaning change. Design Issues, 30(1), 78-96. https://doi.org/10.1162/DESI_a_00250
- Oliveira, W., Hamari, J., Shi, L., Toda, A. M., Rodrigues, L., Palomino, P. T., & Isotani, S. (2023). Tailored gamification in education: A literature review and future agenda. Education and Information Technologies, 28(1), 373-406.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. Educational psychologist, 50(4), 258-283.
- Rastogi, V. (2015). Software development life cycle models-comparison, consequences. International Journal of Computer Science and Information Technologies, 6(1), 168-172.
- Saini, M., & Kaur, K. (2014). A review of open source software development life cycle models. International Journal of Software Engineering and Its Applications, 8(3), 417-434.
- Sibilio, M. (2017). Vicarianza e didattica. Corpo, cognizione, insegnamento. Brescia: La Scuola.
- Sibilio, M. (2023). La semplicità: proprietà e principi per agire il cambiamento. Brescia: Scholè.
- Tobias, S., Fletcher, J. D., & Wind, A. P. (2014). Game-based learning. Handbook of research on educational communications and technology, 485-503.