



# Università degli Studi di Salerno

DOTTORATO DI RICERCA IN

"Metodologie della ricerca educativa e della ricerca formativa"

CICLO XIII

COORDINATORE

Prof. Maurizio Sibilio

IKeWYSe - I Know What You See

Ricerca game-based sulla funzione didattica delle strategie semplici di navigazione  
spaziale e degli sport di orientamento

Settore Scientifico Disciplinare M-PED/03 - M-EDF/02

Dottorando

Dott. Pio Alfredo Di Tore

Tutor

Prof. Maurizio Sibilio

---

(firma)

---

(firma)

Anni 2012/2014

## Sommario

<b>Introduzione .....</b>	<b>5</b>
I Know What You See.....	5
Framework concettuale .....	7
<i>Riabilitazione di Cartesio</i> .....	7
<i>Rappresentazione dello spazio</i> .....	8
<i>Space Invaders</i> .....	13
<b>Capitolo 1: Spazio, percezione, azione .....</b>	<b>15</b>
1.1 Pensare lo spazio .....	15
1.2 Percezione, azione.....	19
1.3 Umwelt.....	22
1.4 Semplicità .....	26
<b>Capitolo 2:La rappresentazione dello spazio nel bambino: da Piaget alle neuroscienze.....</b>	<b>28</b>
2.1 Manipolazione dei sistemi di riferimento spaziale.....	28
2.2 Le tre montagne.....	34
<b>Capitolo 3:Spazio e media: digital umwelten .....</b>	<b>42</b>
3.1 Storyworld, Worldspace, Gamespace.....	42
3.1.1 <i>Punto di vista soggettivo</i> .....	46
3.1.2 <i>Punto di vista semisoggettivo</i> .....	48
3.1.3 <i>Punto di vista oggettivo</i> .....	50

3.1.4	<i>Tracking Camera</i> .....	52
3.2	Interfacce Naturali .....	54
<b>Capitolo 4: IkeWYSe: I Know What You See .....</b>		<b>56</b>
4.1	Obiettivi della ricerca .....	56
4.2	Design e sviluppo dello strumento .....	58
4.3	Analisi dei dati.....	63
4.3.1	<i>relazione tra età e performance</i> .....	65
4.3.2	<i>Relazione tra differenza di genere e performance</i> .....	69
4.4	Discussione .....	72
<b>Capitolo 5: Vicarianza, complessità e navigazione spaziale: orienteering per l'inclusione .....</b>		<b>73</b>
5.1	Vicarianza e strategie di navigazione spaziale .....	73
5.2	Orienteering .....	75
5.3	Orienteering, complessità, vicarianza: a brain-centric perspective.....	77
5.4	Strategie cognitive di navigazione .....	79
5.5	Verso una teoria spaziale dell'empatia.....	81
5.6	Orienteering a scuola: Bisogni Educativi Speciali.....	82
<b>Indice delle figure .....</b>		<b>84</b>
<b>Indice dei nomi .....</b>		<b>85</b>
<b>Riferimenti bibliografici.....</b>		<b>86</b>

Il cervello, compensando deficit, trova nuovi equilibri; a volerlo veramente studiare, ci costringe a riplasmare non solo le rappresentazioni che abbiamo di quest'organo principe, ma anche i nostri modi di percepirci e percepire, e — in ultima istanza — di formarci e di formare. *Les apprentissages vicariants* mostrano come anche il nostro apprendere (e dunque ancor più l'insegnare) non possa avvenire per “trasmissione diretta” e frontale [come si dice oggi con un termine dalla terribile povertà da schieramento militare], ma per “aggiustamenti” continui, pronti a “far posto”, a lasciarci modificare... (Carlo Ossola, recensione a *La vicarianza*)

Le neuroscienze cognitive dello spazio sono destinate a emergere come un eccezionale campo integrativo, per testare le teorie che legano la codificazione neurale, l'apprendimento, la memoria e la cognizione (John O'Keefe, premio Nobel per la medicina 2014)

## Introduzione

### I Know What You See

Spazio, perspective-taking, empatia, apprendimento, videogame, corporeità, sport, orientamento sono le parole chiave di questo lavoro. Obiettivo dell'introduzione è tratteggiare un framework concettuale in cui questi elementi, apparentemente eterogenei, trovino una collocazione organica.

Il progetto presenta una ricerca sul perspective taking, volta ad indagare due temi specifici: l'età in cui il bambino abbandona, di norma, l'egocentrismo percettivo, e le differenze di genere nella gestione dei sistemi di riferimento spaziale. In questo, il lavoro si inserisce in un frequentato filone di indagine che, dal 1948 - anno di pubblicazione de "*la représentation de l'espace chez l'enfant*" - al recente premio Nobel per la medicina assegnato nell'ambito delle neuroscienze cognitive dello spazio, ha visto i contributi di studiosi provenienti da diverse tradizioni e diversi campi di indagine (Piaget, Berthoz, Baron-Cohen, Rochat, Frith, DeVignemont, Hughes, Fink, Decety, Vogeley, Burgess, O'Keefe, tanto per fare qualche nome). Il contributo (si spera) innovativo di questo lavoro è quello di aver affrontato il tema con uno strumento non abusato per questo campo: il videogame. La scelta dello strumento è apparsa, in realtà, naturale, da un lato perché l'attuale generazione di tool per il design e lo sviluppo di videogames offre strumenti per la gestione di spazi e ambienti tridimensionali che simulano le leggi fisiche, dall'altro perché la ricerca sul *punto di vista* nel gioco, nel cinema, nella narrazione, nella fiaba (tutti elementi che presentano affinità elettive con il videogame) si presenta come un terreno solido, sia pure vasto e articolato, che ha potuto fornire validi riferimenti.

Il primo prodotto del progetto è stato, pertanto, un prototipo di videogame, battezzato IKeWYSE (I Know What You See) e presentato alla *International Conference on*

*Intelligent Networking and Collaborative Systems IEEE INCoS 2014*. IKeWYSE è stato lo strumento di raccolta dei dati per il progetto di ricerca sperimentale, discusso e rielaborato più volte, in seguito anche a diverse occasioni di confronto pubblico, tra cui ho qui piacere a ricordare l'accesso dibattito in occasione del VII seminario SIRD, *La ricerca nelle scuole di dottorato in Italia, dottorandi e docenti a confronto*, e presentato, nella sua forma definitiva, in occasione del convegno organizzato nel marzo 2014 da Maurizio Sibilio all'Università di Salerno, *La Vicarianza, il cervello emulatore di mondi*, alla presenza del *Keynote Speaker* Alain Berthoz, che è tra i riferimenti scientifici più influenti del progetto.

Del design e dello sviluppo del videogame, del disegno di ricerca e dei risultati ottenuti, si dà conto nel capitolo 4, *IkeWYSe: I Know What You See*.

Il tema peculiare della ricerca e dello strumento sviluppato – perspective taking e navigazione spaziale – ha portato naturalmente ad incrociare, durante il percorso, altre accezioni di *navigazione spaziale*. In particolare, durante i test del prototipo, sono stati fatti diversi confronti con un altro videogame, *Catching Features*, che affronta il tema della navigazione nello spazio da un differente *punto di vista*. Il punto di vista in questione è quello dell'Orienteering, disciplina sportiva di orientamento che consiste nell'effettuare un percorso predefinito con l'aiuto esclusivo di una bussola e di una cartina topografica che rappresenta i particolari del territorio da percorrere.

Il percorso sperimentale della presente ricerca ha portato a constatare come i processi cognitivi coinvolti nelle attività peculiari dell'orientering (lettura di mappe, individuazione di percorsi, *spatial thinking*) siano processi coinvolti altresì nella gestione delle modalità di relazione intersoggettiva, e rendano l'orientering una pratica sportiva con notevoli potenzialità sul piano didattico. Il capitolo 5, *Vicarianza, complessità e*

*navigazione spaziale: orienteering per l'inclusione*, si sviluppa introducendo il concetto di vicarianza, descrivendo rapidamente l'orienteering come attività sportiva, sottolineandone gli addentellati con le attuali indicazioni nazionali per il primo ciclo di istruzione, e, alla luce della revisione della letteratura scientifica sui processi cognitivi coinvolti nella navigazione spaziale e nella gestione dei sistemi di riferimento spaziali, si conclude con una proposta per la diffusione dell'orienteering come pratica didattica efficace in un contesto formativo orientato all'inclusione degli alunni che presentino Bisogni Educativi Speciali (Corona, 2014). I capitoli 1, 2, e 3 dettagliano il framework concettuale alla base della ricerca e offrono la revisione della letteratura scientifica sull'argomento.

### **Framework concettuale**

#### ***Riabilitazione di Cartesio***

Il pensiero cartesiano, che tradizionalmente non è mai andato a braccetto con le neuroscienze (Damasio, 2000), rivela formidabili analogie con queste ultime - o, meglio, presenta intuizioni e teorizzazioni che trovano conferme ed evidenze empiriche nella recente ricerca in ambito neuroscientifico - sul tema dello spazio, quando Cartesio afferma che lo spazio è estensione di un corpo e cioè il corpo stesso, per cui è errato parlare di spazio e di corpi, ed è più corretto parlare di spazio dei corpi. L'idea che noi abbiamo del corpo, o in generale della materia, è inclusa in quella che noi abbiamo dello spazio. Il merito dei razionalisti e, in particolar modo, degli empiristi, è, in ultima istanza, quello di aver collocato lo spazio nel mondo conoscitivo del soggetto, conferendogli una prospettiva gnoseologica. Il *punto di vista* degli empiristi è il primo a inquadrare lo spazio dalla prospettiva del soggetto che agisce, prospettiva che è alla base del concetto di spazio - di quella parte dello spazio che rientra nella bolla percettiva (umwelt) del soggetto - come

evento del processo di percezione-azione, come *psychomotor functional event* (Linás, 2009).

Il processo di percezione-azione è qui inteso in accordo al nuovo paradigma maturato nella ricerca neuroscientifica, che appare rovesciato rispetto all'impianto "tradizionale". Percezione e azione non sono, attualmente, descritti come momenti distinti, sequenziali, discreti, ma come un processo continuo in cui la percezione è funzione dell'azione, non è subordinata ad una visione contemplativa di una (presunta) realtà oggettiva, ma è strutturata per l'azione, la motiva e la prepara. Il nucleo generativo di questo processo è il corpo-che-agisce, in maniera intenzionale e rivolta ad uno scopo (goal-oriented). In altri termini,

the subject builds his world according to his basic needs and action tools. This view has also been promoted by Bergson and Husserl (Berthoz, 2008).

Un rapido excursus storico sull'idea di spazio è presente nel capitolo 1, *Spazio, percezione, azione*, in cui viene presentata la prospettiva neuroscientifica su percezione-azione (prospettiva che oggi offre evidenze empiriche, ma i cui presupposti erano stati costruiti, con notevole anticipo, dalla tradizione fenomenologica, con particolare riferimento all'opera di Merleau-Ponty) e viene introdotto il concetto di Umwelt, nell'accezione sviluppata al Collège de France.

### ***Rappresentazione dello spazio***

Lo spazio non è affare esclusivo di geometri ed architetti. Così Alain Berthoz introduce fulmineamente il legame inscindibile tra spazio e processi cognitivi:

“L’espace, ce n’est pas seulement une affaire de géomètres et d’architectes. Il est utilisé depuis longtemps pour la mémoire. Depuis toujours les moines utilisent des espaces mentaux pour stocker des concepts, des données, des idées, et les curés dans les paroisses utilisaient ces espaces mentaux pour faire des cheminements et même trouver des sermons différents tous les dimanches. L’espace n’est pas simplement un lieu de mémoire, c’est aussi une technique utilisée depuis toujours pour trouver des solutions nouvelles dans les fonctions cognitives” (Berthoz, 2011b)

Il cervello usa un linguaggio spaziale, i meccanismi specializzati nella percezione e nell’elaborazione visuospatiale orientate all’azione coinvolgono meccanismi cognitivi.

Nell’ipotesi sviluppata al Collège de France, alcuni meccanismi cognitivi sarebbero il risultato dell’elaborazione spaziale. L’ipotesi è che

gli strumenti mentali elaborati nel corso dell’evoluzione per risolvere i molteplici problemi che pone l’avanzamento nello spazio siano stati utilizzati anche per le funzioni cognitive più elevate: la memoria e il ragionamento, la relazione con l’altro e anche la creatività (Berthoz, 2011c).

Il legame tra spazio, cognizione, apprendimento è articolato, non meccanico, a tratti sottile, come possiamo verificare incontrando la discrasia tra spazio vissuto e percepito in molte patologie neurologiche o psichiatriche.

Berthoz, a questo proposito, è esplicito, e suggerisce

una nuova ipotesi: la manipolazione dei referenti spaziali sarebbe un “tratto transnosografico” in diverse patologie neurologiche e psichiatriche.

Intendo dire che ciascuna delle seguenti malattie – autismo, schizofrenia, epilessia, ansia spaziale, morbo di Parkinson – coinvolge strutture implicate nella manipolazione dei referenti di spazi differenti. Di conseguenza riscontreremo in queste malattie i sintomi di deficit specifici a ciascuna: alcune produrranno problemi di natura più percettiva e motoria, altre problemi di orientamento, altre ancora una difficoltà a cambiare punto di vista. Tali deficit della vicarianza generano comportamenti stereotipati o, come vedremo, difficoltà di interazione con l'altro (Berthoz, 2014).

La capacità di avere una visione di insieme dello spazio (una rappresentazione funzionale coerente) è associata alla capacità di considerare il mondo in modi diversi, di cambiare non solo il punto di vista ma anche l'interpretazione della realtà, l'attribuzione di valori, di tollerare la differenza, di prendere una decisione.

Jean Piaget ha sostenuto, con la teoria degli stadi di sviluppo del pensiero spaziale, che il bambino acquisisce la capacità di manipolare i punti di vista spaziali circa a sette / otto anni d'età.

Solo a sette/otto anni, per Piaget,

“l'espace intellectuel sera construit, capable de l'emporter définitivement sur l'espace perceptible et de permettre une manipulation des points de vue qui n'est pas simplement spatiale mais qui, en fait, associe aussi toute une série de mécanismes de représentation, et même sémantiques” (Piaget & Inhelder, 1948).

Commentando Piaget, ed in particolare il compito delle tre montagne, la più nota prova sperimentale dell'elaborazione di Piaget sulla rappresentazione dello spazio nel bambino, Trisciuzzi e Zappaterra riassumono:

“un bambino, invece, ancora immerso in un punto di vista egocentrico, trova difficoltà a scegliere una figura fuori dal suo stretto punto di vista. Uscire dall'egocentrismo, quindi, vuol dire essere capaci di vedere la realtà (non solo quella spaziale, ma anche una realtà mentale, linguistica o di altro tipo) da più punti di vista, comunque diversi dal proprio”(Trisciuzzi & Zappaterra, 2011a).

Uscire dall'egocentrismo percettivo non è, però, riducibile all'assunzione meccanica della posizione altrui nello spazio. Costruire una rappresentazione coerente dello spazio implica la possibilità di compiere una

“rotazione mentale su se stessi, in rapporto all'ambiente o a un oggetto dell'ambiente, mantenendo una prospettiva principale dell'ambiente in questione” (Berthoz, 2011c).

Implica, in altri termini, la capacità di assumere il punto di vista altrui (perspective taking) senza abbandonare completamente il proprio, una forma di esperienza extracorporea che ci separi dal nostro corpo e navighi nel corpo altrui tramite un nostro “second self” o “mental double,” (Berthoz & Petit, 2006) o “doppelgänger” (Brugger, 2002).

In pratica, si tratta di essere al contempo se stessi e l'altro. Proprio questa è la caratteristica fondamentale, per Alain Berthoz, dell'empatia.

Dei sistemi di riferimento spaziali concorrenti nella rappresentazione dello spazio, dell'impianto concettuale piagetiano, del dibattito scientifico sulle "tre montagne" e della teoria spaziale dell'empatia si offre un resoconto nel Capitolo 2, *La rappresentazione dello spazio nel bambino: da Piaget alle neuroscienze*.

### *Space Invaders*

Come accennato, lo strumento progettato e sviluppato per la raccolta dati, in questa ricerca, è un videogame. La rappresentazione dello spazio e la gestione del punto di vista nel videogame diventano, allora, elementi decisamente significativi ai fini del lavoro.

Molti videogiochi assumono la prospettiva in prima persona come prospettiva dominante (FPC – First Person Camera) ma consentono al tempo stesso di cambiare prospettiva all’occorrenza (TPC – Third Person Camera).

L’abitudine di switchare tra le diverse prospettive è consolidata e ritenuta efficace tra i gamers. Questa considerazione, facilmente verificabile intervistando i giocatori o sfogliando magazine dedicati, risulta particolarmente rilevante ai fini di questa ricerca. Il gamer efficace padroneggia diverse prospettive, è in grado di selezionare velocemente la prospettiva più vantaggiosa, utilizza normalmente sistemi di rappresentazione (mappe), costruisce rappresentazioni funzionali di spazi virtuali in base a quanto esperisce sullo schermo.

It can be concluded that many contemporary computer games allow their players an ever greater amount of control over the spatial perspective(s) used in the presentation of the game space.

Finally, it may be noted that while players generally like the opportunity to take control of the camera, they rarely use the possibility to change the default point of view. This has to do with the fact that the default point of view is often best suited to the interaction with the game space required by the game” (Thon, 2009).

Dell'utilizzo dei punti di vista nei videogames, delle affinità / divergenze tra le *camera* cinematografiche e quelle interattive, e della riflessione scientifica sull'argomento si dà conto nel capitolo 3, *Digital umwelten*.

# Capitolo 1: Spazio, percezione, azione

## 1.1 Pensare lo spazio

Interrogarsi sulla natura dello spazio, sul rapporto spazio tempo (e sui paradossi connessi) è nel DNA della cultura occidentale fin dai tempi di Zenone.

What is space? What is time? Do they exist independently of the things and processes in them? Or is their existence parasitic on these things and processes? Are they like a canvas onto which an artist paints; they exist whether or not the artist paints on them? Or are they akin to parenthood; there is no parenthood until there are parents and children? That is, is there no space and time until there are things with spatial properties and processes with temporal durations? These questions have long been debated and continue to be debated (Norton, 2004)<sup>1</sup>.

DiSalle, in *Understanding time-space*, indica come la recente riflessione sullo spazio costituisca un *fil rouge*, un dibattito ininterrotto da Newton a Einstein:

“...when Newton appeals to absolute space, he does not advance any theses about the ontology of space-time. Rather the postulation of absolute space and time is inspired by empirical reasoning about motion. This theme unites Newton with later physicists: At the very least, we can identify a common metaphysical principle uniting general relativity with special

---

<sup>1</sup> Norton, John D., "The Hole Argument", The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2011 Edition), Edward N. Zalta (ed.)

relativity and Newton's theory: space-time is an objective geometrical structure that expresses itself in the phenomena of motion.”(DiSalle, 2006)

Il dibattito filosofico sull'ontologia dello spazio, in estrema sintesi, è stato incardinato su due posizioni speculari: una idea di spazio assoluto, in base alla quale spazio e tempo esistono indipendentemente dagli oggetti e dalle relazioni oggettuali (o, più radicalmente, in base alla quale spazio e tempo esistono), e una idea di spazio relativo, per cui l'esistenza di spazio e tempo è legata agli oggetti e alle relazioni tra gli oggetti (o, più radicalmente, per cui spazio e tempo non esistono affatto) (DiSalle, 2006).

La posizione Kantiana, che vedeva spazio e tempo come quadri a priori, è stata oggetto delle elaborazioni successive di Poincaré ed Einstein, ed ha incassato, come vedremo, le critiche di Piaget.

Per Kant,

Space is a necessary *a priori* representation that underlies all outer intuitions. One can never forge a representation of the absence of space, though one can quite well think that no things are to be met within it. It must therefore be regarded as the condition of the possibility of appearances, and not as a determination dependent upon them, and it is an *a priori* representation that necessarily underlies outer appearances (Kant, 1855).

Storicamente, solo coll'esplosione dei fermenti rinascimentali la straordinaria mente di Giordano Bruno proporrà un'immagine dello spazio come ente infinito ed uniforme,

indivisibile, omnicomprensivo, non compreso, aprendo la via alla concezione di spazio assoluto di Newton quale *sensorium Dei*.

L'età antico-medievale, pervasa da sottili dispute dottrinarie, lo aveva inteso, sostanzialmente, come un contenitore di tutti gli oggetti materiali, ferma restando la sua concezione tridimensionale sviluppata nella geometria di Talete, poi codificata da Euclide.

Fu il pensiero eleatico, per primo, a proiettare il problema gnoseologico nello spazio. Infatti nel dualismo parmenideo, anche se la realtà costituita dai fenomeni sensibili è illusoria, non vive di vita propria, ma apparente, il processo di conoscenza è volto verso l'unica vera realtà, l'essere, che non è visibile, non si può toccare, può essere soltanto pensabile. Lo spazio, dunque, si vela di contraddizione, perché ciascuna cosa è quella che è, perché non è ciascuna delle altre. Perciò l'esistenza fenomenica è apparente, così come è contraddittorio il tempo e, quindi, la percezione di tutto ciò che muta nel tempo. Lo spazio, dunque, come lo sarà per Platone, è un ricettacolo vuoto, invisibile, distinto dalle forme che assume, immutabile (al contrario delle forme), opposto all'essere, essendo ciò che non è. Può essere soltanto intuito. L'intuizione, poi, evidentemente, dipende dai dati costitutivi del/dei soggetto/i.

Per giungere, poi, a configurare la natura dell'intuizione bisognerà attendere Kant, per il quale lo spazio è una rappresentazione a priori che si basa sulle intuizioni interne. È intuizione pura. In ciò si estende e si diversifica la fissità delle categorie aristoteliche, in quanto innumerevoli sono quelle che rappresentano l'intuizione sensibile di ciascun individuo, attraverso le quali organizza, autonomamente e soggettivamente, il fenomeno.

Fondamentale è l'assunto che esso è *la condizione di possibilità dei fenomeni* (Kant, 1855).

Fu, tuttavia, l'esplosione del razionalismo (Cartesio, Leibnitz) e del conseguente empirismo (Locke, Berkeley), a stimolare, contrastando il soggettivismo indotto, la riflessione kantiana sullo spazio inteso come condizione trascendentale della conoscenza ed a riportarlo nella sfera metafisica.

Nel corso dell'Ottocento e del Novecento la concezione kantiana, sia dal punto di vista filosofico, sia soprattutto sulle basi oggettive delle nuove scoperte scientifiche, fu letteralmente demolita.

*La condizione di possibilità dei fenomeni* è presente, però, in certo qual senso, nel pensiero esistenzialista, in particolar modo di Heidegger.

Identificando lo spazio con il mondo, eleva la spazialità ad un insieme di possibilità. La spazialità non è solo nelle cose, ma anche nell'uomo (esser-ci). Né lo spazio è nel soggetto, né il mondo è nello spazio. Lo spazio è nel mondo, perché in esso c'è il soggetto. Lo spazio è una condizione dell'esser-ci, si presenta come luogo d'invito all'azione.

Le recenti scoperte nel campo delle neuroscienze hanno definitivamente sancito l'indissolubilità della triade spazio-mente-corpo.

A ben riflettere, sostanzialmente, al di là delle posizioni, per così dire, "ideologiche", poco è cambiato dai tempi della riflessione parmenidea, incentrata sulla oscura concezione dell'essere.

Il campo delle possibilità fenomenologiche rappresenta il centro da cui partire per poter connotare la spazialità.

Anche la ricerca avanzata delle neuroscienze, del resto, riflette su dati empirici, estendendo il campo all'indagine inesausta sull'essere come sostanza.

## 1.2 Percezione, azione

L'indagine neuroscientifica non assume lo spazio come categoria, ma lo inquadra dal punto di vista dell'attività cerebrale

“Dans le traitement de l'espace, le problème pour le cerveau, c'est la multiplicité des espaces. Il n'y a pas «l'espace», il y a une multiplicité formidable d'espaces. Deuxièmement, percevoir l'espace n'équivaut pas à percevoir la géométrie, mais à percevoir un mouvement.” (Berthoz, 2011b)

Il cervello, in questa prospettiva, è molto lontano dall'idea di elaboratore degli stimoli provenienti dai sensi, ma rappresenta un “creatore di mondi”, un “reality emulator”.

“Our reality emulator acts primarily as the prerequisite for coordinated, directed motricity; it does so by generating a predictive image of an event to come that causes the creature to react or behave accordingly” (Llinás, 2002).

Una posizione, questa, che lo stesso Llinás non esita a definire “a brain-centric perspective”, in cui il cervello non è

“an open system [...] that accepts inputs from the environment, processes them, and returns them to the world reflexively regardless of their complexity”, ma è un “closed system modulated by the senses”, cioè un “self-activating system, whose organization is geared toward the generation of intrinsic images, capable of emulating reality (generating emulative representations or images) even in the absence of input from such reality, as occurs in dream states or daydreaming. From this one may draw a very

important conclusion. This intrinsic order of function represents the fundamental, core activity of the brain. This core activity may be modified (to a point!) through sensory experience and through the effects of motor activity” (Llinás, 2002).

Il cervello, insomma, non computa alcunché, non elabora informazioni, almeno non nel senso della manipolazione algoritmica di dati che è la caratteristica principale della macchina universale di Alan Turing (Millican & Clark, 1996; Turing, 1947).

Leman (Leman, 2008) sintetizza così:

“what happens in perception can be understood in terms of action”  
(Berthoz, 1997; Decety & Jackson, 2004; Jeannerod, 1994; Prinz & Hommel, 2002).

Berthoz è più esplicito:

“Noi basiamo sull’ azione, e non sulla rappresentazione, la nostra concezione dell’attività dell’organismo. La percezione non rappresenta il mondo così com’è, ma lo struttura nella Umwelt.[...] Non vi è alcuna percezione del mondo che non fa riferimento in qualche modo al corpo che agisce. (Berthoz, 2009)

Proprio nelle parole di Berthoz è possibile trovare quello che suona come un definitivo superamento di ogni ipotesi cognitivista:

“Le cerveau n’est pas un ordinateur: il faut en tirer la conséquence en rejetant (au lieu de l’aménager superficiellement) une conception

fonctionnaliste de la pensée en termes de computations symboliques qui relèverait d'une analyse purement logique indépendante de leurs réalisations biologiques.”( Berthoz & Petit, 2006)

Nel caso del perspective taking, il nostro “emulatore di mondi” esegue un *déplacement* mentale, una rotazione simulata del corpo nello spazio, una manipolazione mentale su se stessi e sugli oggetti dell’ambiente attraverso un processo che Berthoz definisce di «mise à jour spatiale».

Berthoz mette in guardia sull’utilizzo del termine *manipolazione*:

« En effet, nous changeons en permanence de référentiels. J'utilise pour désigner cette action le terme de «manipulation de référentiels spatiaux », bien qu'il s'agisse d'une opération mentale et non manuelle. Selon moi, une telle richesse du répertoire de référentiels potentiels permet la vicariance fonctionnelle» (Berthoz, 2013)

La vicarianza è, in questo senso, il filo di Arianna che permette di muoversi nell’arco senza fine che “sta tra il percepire e l’agire”, territorio concettuale e luogo di ricerca che si è rivelato in tutta la sua vastità solo col superamento di ogni residuo neopositivista e soltanto con lo sgretolamento della discretizzazione (percezione – elaborazione – azione come momenti successivi e separati) operata dalla metafora computazionale.

Proprio in questo arco infinito tra percezione - azione, nel momento della decisione come ricerca costante di una stabilità perennemente rinegoziata tra riduzione di complessità e produzione di senso, tra compensazione di deficit e produzione di nuovi equilibri che si

traduce nell'atto vicariante, il cervello umano produce una tensione continua a cambiare punto di vista, gettando le basi dell'intersoggettività.

### 1.3 Umwelt

Umwelt è il termine utilizzato da von Uexküll (von Uexküll & Kriszat, 1934) per indicare il “mondo percettivo”.

Gli animali e gli esseri umani sono [...] prigionieri di un repertorio ben preciso di percezioni possibili del loro *Umwelt*. Questo termine [...] indica l'uso che l'animale fa del proprio ambiente, e non viceversa. In realtà Uexküll ritiene che gli organismi viventi non siano costituiti da un insieme di componenti che originano il tutto combinandosi, ma che si strutturino a partire da un obiettivo, una vera e propria intenzione che determina le parti in modo centrifugo, e non centripeto. È l'azione che dà un significato agli *artefatti*, nel senso di “prodotti dell'arte”: gli oggetti, gli utensili, le macchine prodotte dall'uomo. [...] Il significato – scrive lui – è sempre dato dall'atto che abbiamo intenzione di compiere con l'oggetto, cosa che semplifica la sua percezione e soprattutto *organizza il mondo*. Uexküll distingue due tipi di processi percettivi. Il primo è correlato all'esperienza sensibile, che registra nella memoria i segnali percepiti in una sequenza di azioni nel mondo reale (per esempio il ricordo di un tragitto in città), e che dunque sono mediati dai sensi. Il secondo, invece, è innato, nel senso che l'apparenza del mondo sarebbe data in modo quasi “magico”. [...]. Nel caso del loro *Umwelt*, gli

animali possono creare mondi immaginari che Uexküll definisce “magici”, che permettono un comportamento predittivo (Berthoz, 2014).

Umwelt include il mondo delle cose nell’ambiente, il mondo percepito, i segnali emessi sia dal soggetto che dagli oggetti, e le azioni che possono essere eseguite da ciascuna specie. Soprattutto, comprende il significato degli oggetti per ciascun soggetto, nella misura in cui partecipano nelle relazioni di sopravvivenza e nelle relazioni sociali del soggetto.

Nel descrivere la umwelt del cane, Uexküll dipinge (letteralmente) una stanza, le cui sedie e i cui piatti in tavola costituiscono elementi significativi nel mondo canino, a differenza dei testi scolastici che sono del tutto irrilevanti. Il cane ha in mente un’idea, un’immagine di ricerca.

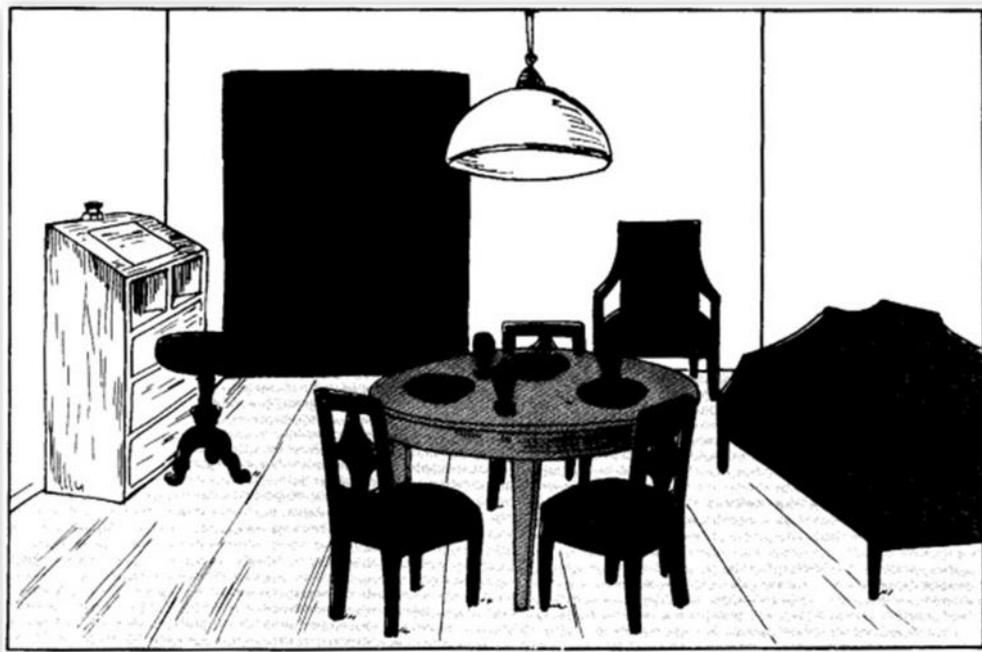


Figura 1 - The room in terms of functional tones connected with its object by a dog

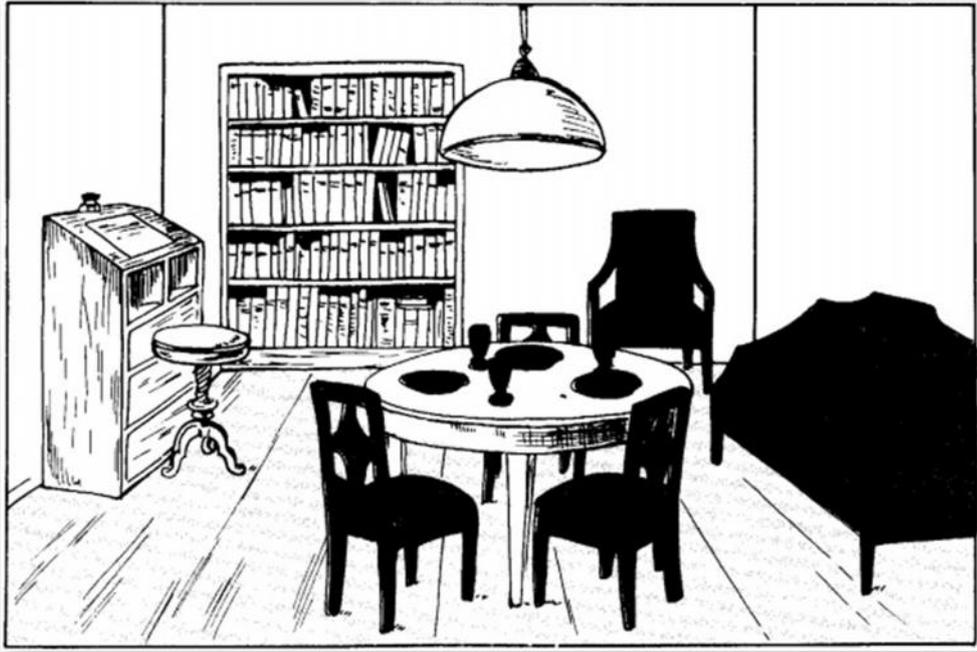


Figura 2 - The room in terms of functional tones connected with its object by man<sup>2</sup>

Alain Berthoz propone una visione in cui il soggetto naviga nella propria umwelt guidato da una serie di principi semplificativi che ottimizzano il processo di percezione – azione e minimizzano, quando non azzerano, la necessità di computazione. (Berthoz, 2008).

Questi principi riconoscono al soggetto il ruolo di costruttore attivo della umwelt e definiscono di fatto la umwelt come interfaccia tra un soggetto che agisce e una “Umgebung (entourage, ambiente circostante, cerchia) che la nostra Umwelt non può incorporare” (Merleau-Ponty, 2003)

---

<sup>2</sup> immagini tratte da von Uexküll, J., & von Uexküll, T. (1992). *Jakob Von Uexküll's A Stroll Through the Worlds of Animals and Men*: Mouton de Gruyter.

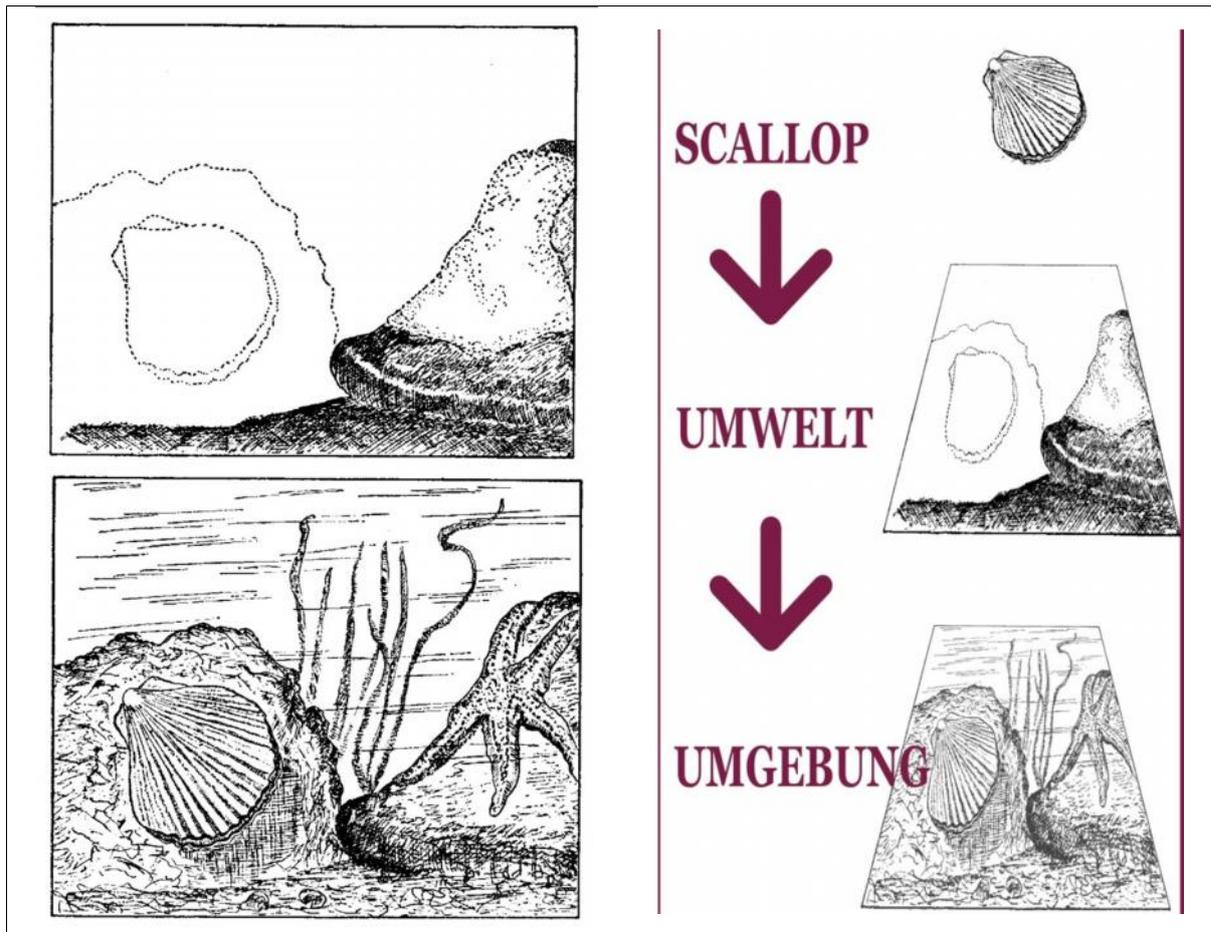


Figura 3 Umwelt del paramecio<sup>3</sup>

In questa prospettiva, i principi semplificativi individuati da Berthoz hanno la funzione di fronteggiare una complessità misurabile in termini di elaborazione dati e decisione tra opportunità alternative, ricollegandosi alla accezione di complessità sviluppatasi nelle *hard sciences*.

L'apprendimento, quale strategia fondamentale di fronteggiamento della complessità, è un processo di adattamento peculiare all'essere vivente, che si sviluppa nella umwelt. "Le

<sup>3</sup> Elaborazione di immagini tratte da von Uexküll, J., & von Uexküll, T. (1992). *Jakob Von Uexküll's A Stroll Through the Worlds of Animals and Men: Mouton de Gruyter*.

abilità cognitive possono essere considerate come il risultato di adattamenti evolutivi ad un comparto estremamente ristretto del mondo come è noto a noi oggi”. (Singer, 2009)

“We should think about learning environments in terms of the students’ umwelten, because these contain the structures that students perceive and act towards. It is these umwelten that change as students interact with their peers, teachers, and material structures”(Roth & Lawless, 2002)

#### 1.4 Semplicità

Basandosi sul lavoro di Merleau-Ponty ( Merleau-Ponty, 1962), il mondo non è separabile da chi lo percepisce: è possibile conoscere la realtà solo in via esperienziale.

La situazione locale dell’organismo è il luogo di nascita di una singolarità che si stabilizza definitivamente attraverso la variazione, in cui qualcosa o qualche evento acquistano un senso definito per un agente soggettivo.

Di fronte alle difficoltà insormontabili poste da una realtà multidimensionale, l'attività tipica degli esseri viventi procede attraverso la riduzione della dimensionalità dei problemi, una riduzione che affronta la complessità semplicemente agendo, giocando d’anticipo (Petit, 2012).

Nell’azione, in altri termini, l’organismo risolve la complessità. Secondo Berthoz, “il cervello risolve la complessità del mondo esterno producendo percezioni compatibili con

le intenzioni riguardo il futuro, la memoria del passato e le leggi del mondo esterno che ha interiorizzato».

In sostanza, se il nostro cervello fosse costretto a processare tutte le informazioni che la percezione del mondo esterno gli fornisce per poter decidere come agire in una certa situazione, il compito sarebbe troppo oneroso e complesso per poter consentire una presa di decisione tempestiva: saremmo costantemente in ritardo e non riusciremmo alla fine a produrre decisioni efficaci (P.C. Rivoltella, 2014).

Seguendo Sibilio, la semplicità è complessità “semplice”, ridotta e ricodificata in funzione dell’azione, in una forma compatibile con le proprie esigenze.

In questo senso,

il concetto di semplicità, così come presentato da Alain Berthoz, sembra fondarsi sull’assunto che le soluzioni elaborate dagli organismi viventi per decifrare e fronteggiare la complessità possano essere considerate valide ed applicabili, per estensione, all’intera classe dei sistemi complessi adattivi.

Considerata l’influenza del pensiero complesso in campo didattico, la proposta del fisiologo del Collège de France assume i connotati di una traiettoria di ricerca scientifica percorribile da quella parte della comunità pedagogica e didattica impegnata nel costante tentativo di risolvere la tensione tra semplice e complesso, teoria e prassi, modalità descrittive ed esigenze prassiche (Sibilio, 2002, 2011; Sibilio, 2012, 2013).

## Capitolo 2: La rappresentazione dello spazio nel bambino: da Piaget alle neuroscienze

### 2.1 Manipolazione dei sistemi di riferimento spaziale

Un concetto chiave nel campo della elaborazione spaziale riguarda la definizione dei sistemi di riferimento utilizzati dal sistema nervoso centrale per interpretare le informazioni sensoriali e localizzare oggetti nello spazio. Con la locuzione *sistemi di riferimento* ci si riferisce qui ai sistemi di coordinate tramite cui il sistema nervoso centrale codifica le posizioni relative degli oggetti nello spazio, ivi compresa quella del corpo stesso (Gaunet & Berthoz, 2000). In altri termini, un sistema di riferimento è un modo di rappresentare le posizioni dei soggetti/oggetti nello spazio. La posizione spaziale di un oggetto può essere rappresentata a livello cerebrale rispetto a differenti classi di punti di riferimento che possono essere relative o indipendenti dalla posizione del soggetto. In sintesi, possiamo affermare che esistono due tipi di trasformazioni di immagini spaziali: le trasformazioni spaziali allocentriche, che implicano un sistema di rappresentazione da oggetto a oggetto e codificano le informazioni circa la posizione di un oggetto o di sue parti in relazione ad altri oggetti, e le trasformazioni spaziali egocentriche che comportano un sistema di rappresentazione soggetto-oggetto.

Le rappresentazioni spaziali allocentrica ed egocentrica (o egocentrata) differiscono sensibilmente. Le informazioni spaziali fornite da una rappresentazione allocentrica sono riferite ad uno spazio esterno al percipiente; le informazioni fornite da una rappresentazione egocentrica si riferiscono a un soggetto che percepisce con un asse di orientamento definito. In particolare, la rappresentazione allocentrica codifica le posizioni dei punti nello spazio nell'equivalente interno di un sistema di coordinate cartesiane o

polari. La rappresentazione egocentrica si avvale di uno speciale sistema di coordinate polari la cui origine è l'ego (il soggetto che percepisce) e l'asse di riferimento è l'asse di orientamento del soggetto, codificando la posizione di un punto in termini di distanza e angolo rispetto al soggetto.

Nel sistema di riferimento allocentrico (oggetto-oggetto), le informazioni sulla posizione di un oggetto sono codificate in base alla posizione di altri oggetti. La posizione di un oggetto è relativa alla posizione degli altri oggetti. Nel sistema di riferimento egocentrico (soggetto-oggetto), le informazioni sulla posizione di un oggetto vengono codificate in base agli assi corporei del soggetto. La posizione di un oggetto è relativa alla posizione del soggetto. È possibile rappresentare il sistema egocentrico utilizzando il piano cartesiano ricavato dagli incroci del piano frontale e del piano sagittale.

### **Sistemi di riferimento spaziale: sistema allocentrico (oggetto – oggetto)**

Le informazioni sulla posizione di un oggetto vengono codificate in base alla posizione di altri oggetti. La posizione di un oggetto è relativa alla posizione degli altri oggetti

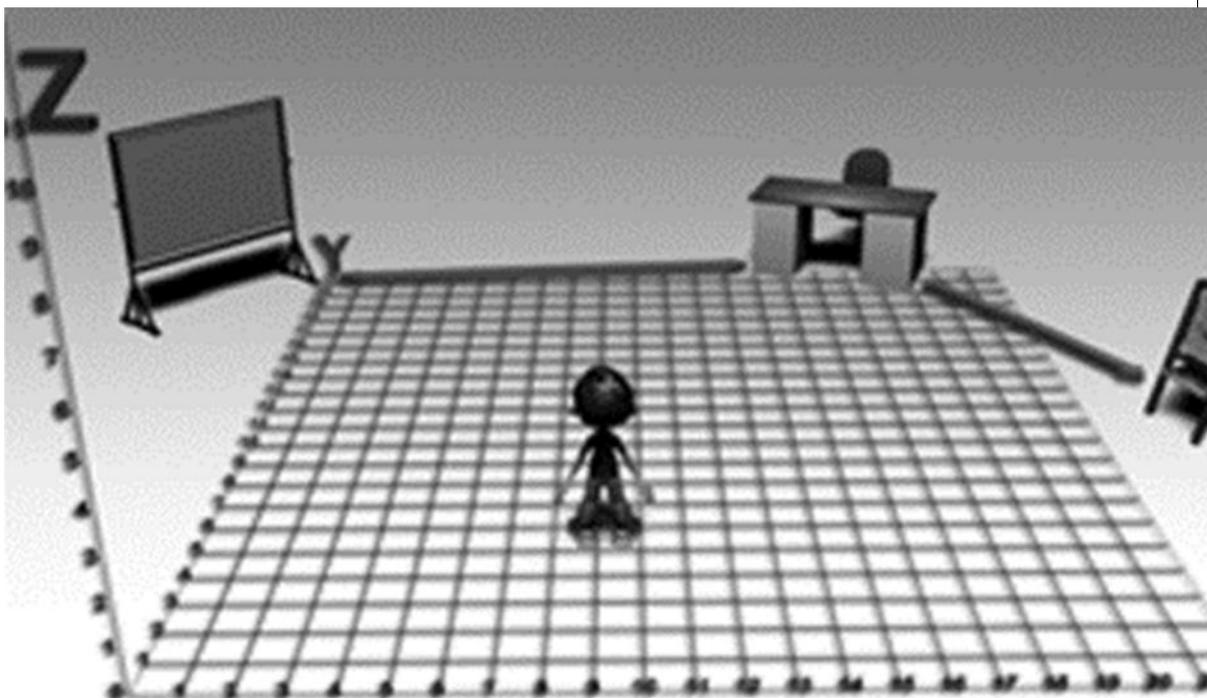


Fig. 1 - Sistema di riferimento allocentrico

### **Sistemi di riferimento spaziale: sistema egocentrico (soggetto - oggetto)**

Le informazioni sulla posizione di un oggetto vengono codificate in base agli assi corporei del soggetto. La posizione di un oggetto è relativa alla posizione del soggetto. Nel grafico riportato in basso, vengono utilizzate le coordinate polari. È possibile rappresentare il sistema egocentrico o egocentrato utilizzando il piano cartesiano ricavato dagli incroci del piano frontale e del piano sagittale

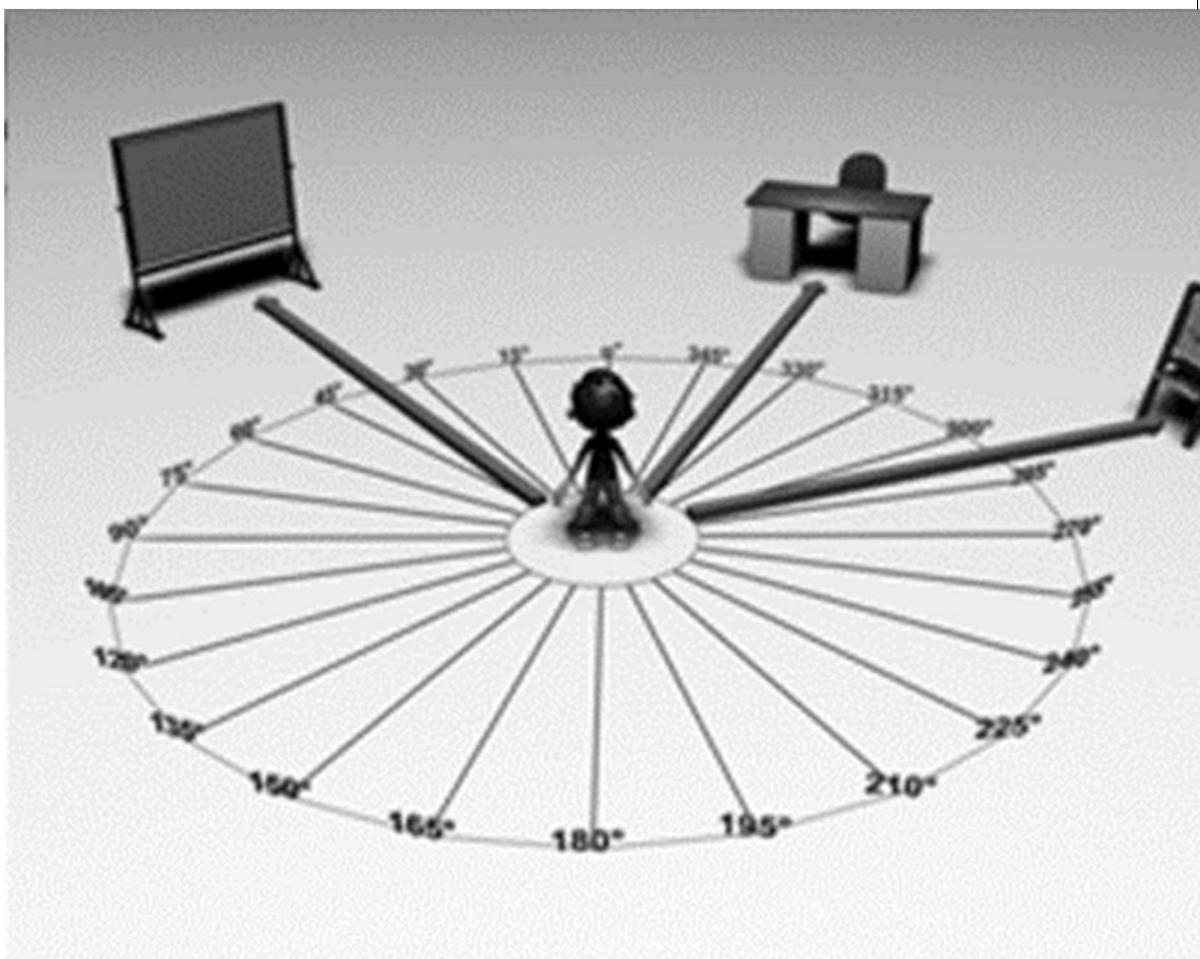


Fig. 2 - Sistema di riferimento egocentrico

I due tipi di rappresentazione coesistono. L'essere umano passa da una codifica all'altra, in funzione delle necessità contingenti, accordando la preferenza all'uno o all'altro sistema in base a una serie di fattori eterogenei. La differenza di genere (maschio/femmina), ad esempio, gioca un ruolo fondamentale. Anche le strategie cognitive individuali si avvalgono delle differenti rappresentazioni in modo sensibilmente diverso. Il passaggio da una codifica all'altra è legato allo sviluppo evolutivo dell'individuo (Berthoz, 2013).

Berthoz sottolinea come condizione necessaria per avvalersi della molteplicità dei riferimenti spaziali risulti una percezione coerente del proprio corpo in relazione all'ambiente:

“la condizione necessaria per utilizzare il repertorio dei sistemi di riferimento spaziali dei modi di azioni equivalenti, scegliendone uno, o per affrontare un problema simultaneamente da diversi punti di vista, è avere una percezione coerente, unica, stabile del nostro corpo e della sua relazione con l'ambiente” (Berthoz, 2013).

Il concetto di spazio, in questo contesto, deve essere inteso abbandonando la prospettiva euclidea e adottando l'idea di spazio come potenziale di azione: “lo spazio è scomposto in zone corrispondenti ad azioni che possono essere compiute” (Berthoz, 2013).

Questa idea di spazio vanta progenitori illustri:

“localizzare un oggetto nello spazio significa, semplicemente, rappresentare i movimenti che sarebbero necessari per raggiungerlo. Non si tratta di rappresentare i movimenti stessi, ma semplicemente le sensazioni muscolari che li accompagnano” (Poincaré, 1895).

Secondo Poincaré, semplicemente, la pluralità dei sistemi di riferimento e “la coordination qui en résulte qui est l'espace (ibidem). Per Poincaré il movimento è il fondamento della costruzione del concetto di spazio e ci offre l'opportunità di modificare la nostra interpretazione delle proprietà del mondo.

Einstein, a questo proposito, riprende esplicitamente Poincaré:

“Poincaré ha ragione. L'errore fatale che la necessità mentale precedente qualsiasi esperienza sia alla base della geometria euclidea è dovuto al fatto che la base empirica su cui si basa la costruzione assiomatica della geometria euclidea è stata dimenticata. La geometria deve essere considerata come una scienza fisica, l'utilità deve essere giudicata dal suo rapporto con l'esperienza sensoriale” (Einstein, 1990).

La ricerca neuroscientifica ha poi mostrato come, in questo contesto, sia più opportuno parlare di spazi, al plurale, e non di spazio. Infatti, reti neurali differenti sono implicate nella gestione dei diversi spazi: lo spazio del corpo, lo spazio della prensione, lo spazio dell'ambiente circostante, lo spazio dell'ambiente distante.

In altri termini, per prendere la tazzina di caffè sul tavolo utilizziamo geometrie e reti neurali differenti da quelle che utilizziamo per immaginare un percorso da un quartiere all'altro di una città. Le differenti reti prediligono differenti codifiche, così nella corteccia parietale la codifica è egocentrata, e fa riferimento al corpo dell'osservatore, mentre nell'ippocampo la codifica è allocentrata. Poco invece sappiamo sui meccanismi che il cervello utilizza per la transcodifica delle diverse rappresentazioni, per costruire una rappresentazione sintetica coerente e permettere quindi il cambiamento del punto di vista.

Di certo, le differenti combinazioni di codifiche, spazi e sottostanti reti neurali danno luogo a differenti strategie cognitive.

## 2.2 Le tre montagne

Le idee originali di Piaget sullo sviluppo mentale si sono concentrate sull' egocentrismo nella prima infanzia, sulla base di studi sperimentali, come il famoso problema delle *tre montagne* (Piaget & Inhelder, 1948).

In questa prova, un bambino deve indicare il punto di vista di un osservatore che occupa una posizione diversa.

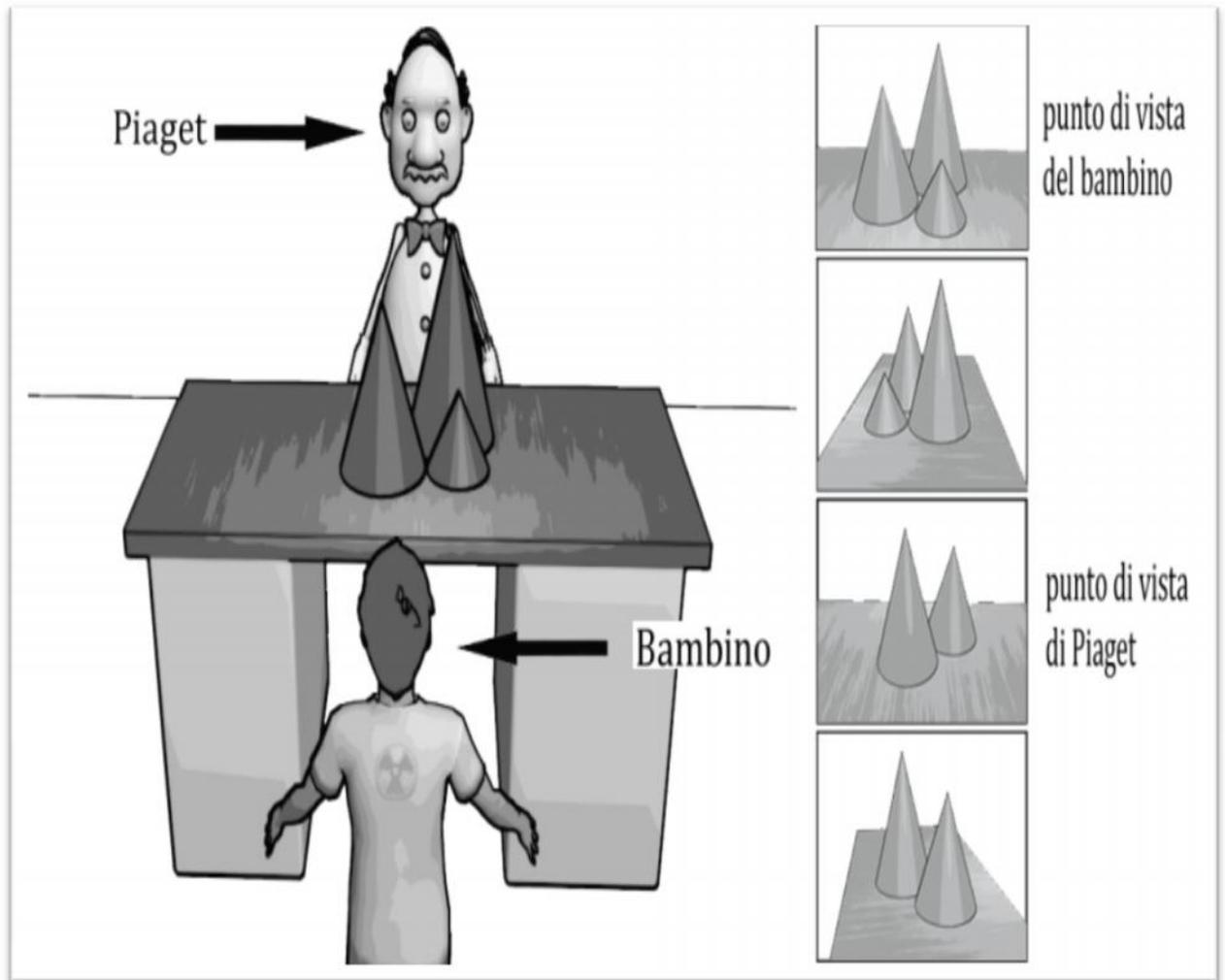


Figura 4 - Piaget e le tre montagne

Trisciuzzi riassume così:

Una prova sperimentale molto nota (che chiarisce quanto è stato detto) è quella offerta da Piaget: partendo da un disegno che rappresenta una persona che sta fotografando tre piramidi o cumuli (di sabbia o altro), si chiede al bambino: «come si vedrà la fotografia: sarà a, b, c, d, oppure e?».

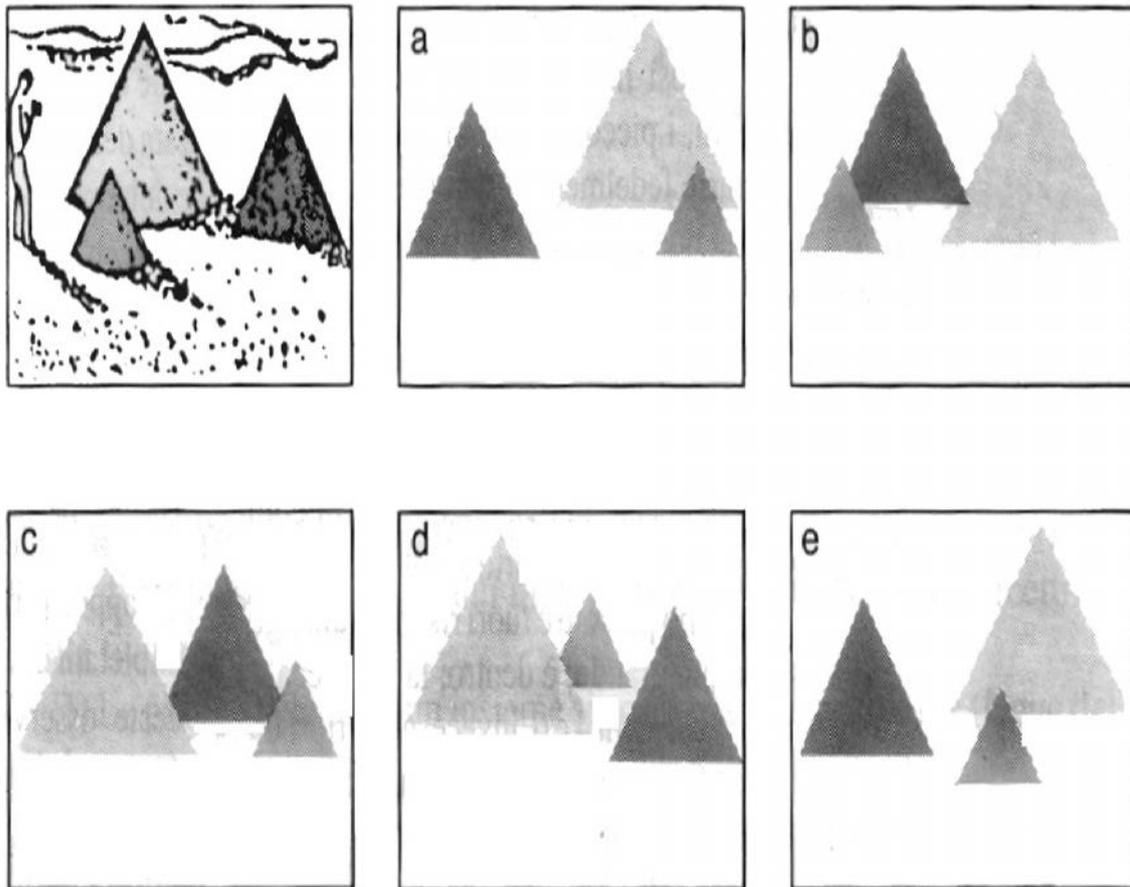


Figura 5- Le tre montagne (Trisciuzzi & Zappaterra, 2011a)

Tenendo presente la posizione del fotografo, la scelta dovrebbe cadere sulla figura «c». Questa è la posizione di chi è capace di porsi in situazioni spaziali diverse da chi guarda solo centralmente; un bambino, invece, ancora immerso in un punto di vista egocentrico, trova difficoltà a scegliere una figura fuori dal suo stretto punto di vista. Uscire dall'egocentrismo, quindi, vuol dire essere capaci di vedere la realtà (non solo quella spaziale, ma anche una realtà mentale, linguistica o di altro tipo) da più punti di vista, comunque diversi dal proprio (Trisciuzzi & Zappaterra, 2011a).

Utilizzando questo paradigma, i bambini fino a circa 7 anni, non sembrano avere la capacità di valutare un punto di vista diverso dal proprio.

Solo quando raggiungono lo stadio delle operazioni concrete, tra i 7 e i 12 anni, acquisiscono l'abilità di "decentramento". Questo permette loro di tenere conto di molteplici aspetti di un compito per risolverlo. Secondo Piaget, l'egocentrismo, inteso come incapacità di decentrare e prendere la prospettiva di un'altra persona, è la norma nei bambini piccoli.

In effetti, l'età tra 6-7 anni e 12-13 anni di età è definita, nel linguaggio comune, un "periodo critico". È l'età in cui il bambino *apprende* il cambiamento di punto di vista, realizza che il mondo non può essere visto a senso unico, che lo spazio si può manipolare, che è possibile prendere in considerazione i pensieri e le emozioni altrui. È l'età in cui si sviluppa la capacità di empatia, che non è solo il contagio emotivo che avviene tra madre e figlio, ma è la capacità di rimanere se stessi mettendosi al posto degli altri posto di altri, per vedere il mondo con gli occhi altrui.

La capacità di cambiare punto di vista, è di straordinaria importanza dal punto di vista cognitivo: se, durante il periodo critico in cui si apre una "finestra" per questa facoltà, questa non viene acquisita, una volta chiusa la "finestra", il bambino rimarrà bloccato in una visione unica dell'altro, che sarà fonte di settarismo e di odio.

Possiamo immaginare il bambino di sette-dieci anni, bloccato nella sua capacità di sviluppare diverse strategie cognitive, come una persona intrappolata in un labirinto con una singola uscita, una sola visione del mondo. Per uscire dal percorso tracciato, il bambino deve fare una operazione di decentramento, passare da una "percezione

egocentrica" ad una "percezione allocentrica", trovare una "scorciatoia", inibendo il cammino abituale (Berthoz & Jorland, 2004).

La capacità di manipolare questi percorsi mentali è alla base della nostra capacità di pensare, è un meccanismo fondamentale per lo sviluppo del pensiero e per la costruzione del nostro rapporto con il mondo e con gli altri.

Per inciso, il passaggio dalla percezione egocentrica ad una percezione "decentrata" è tra i punti nodali della critica che Vygotski (Vygotskij, 2007) muove a Piaget, contestando una concezione "lineare" dello sviluppo (Tryphon & Vonèche, 1996).

La teoria di Piaget sull'egocentrismo ha suscitato un vivace dibattito, di cui Perner offre una rassegna comprensiva (Perner, 1991).

Martin Hughes (1979) ha sostenuto che uno dei principali limiti delle "tre montagne" è nello scarso interesse che l'esperimento suscita nel bambino. Di conseguenza, Hughes ha proposto una variante che, pur condividendo di fatto l'impianto concettuale piagetiano, se ne discosta nella implementazione pratica.

Hughes "devised a task which made sense to the child. He showed children a model comprising two intersecting walls, a 'boy' doll and a 'policeman' doll. He then placed the policeman doll in various positions and asked the child to hide the boy doll from the policeman"[...]

Hughes sostiene, sulla base dei risultati sperimentali ottenuti che, sin dai quattro anni, i bambini abbandonano il pensiero egocentrico, "they are able to take the view of another" (Hughes & Donaldson, 1979)

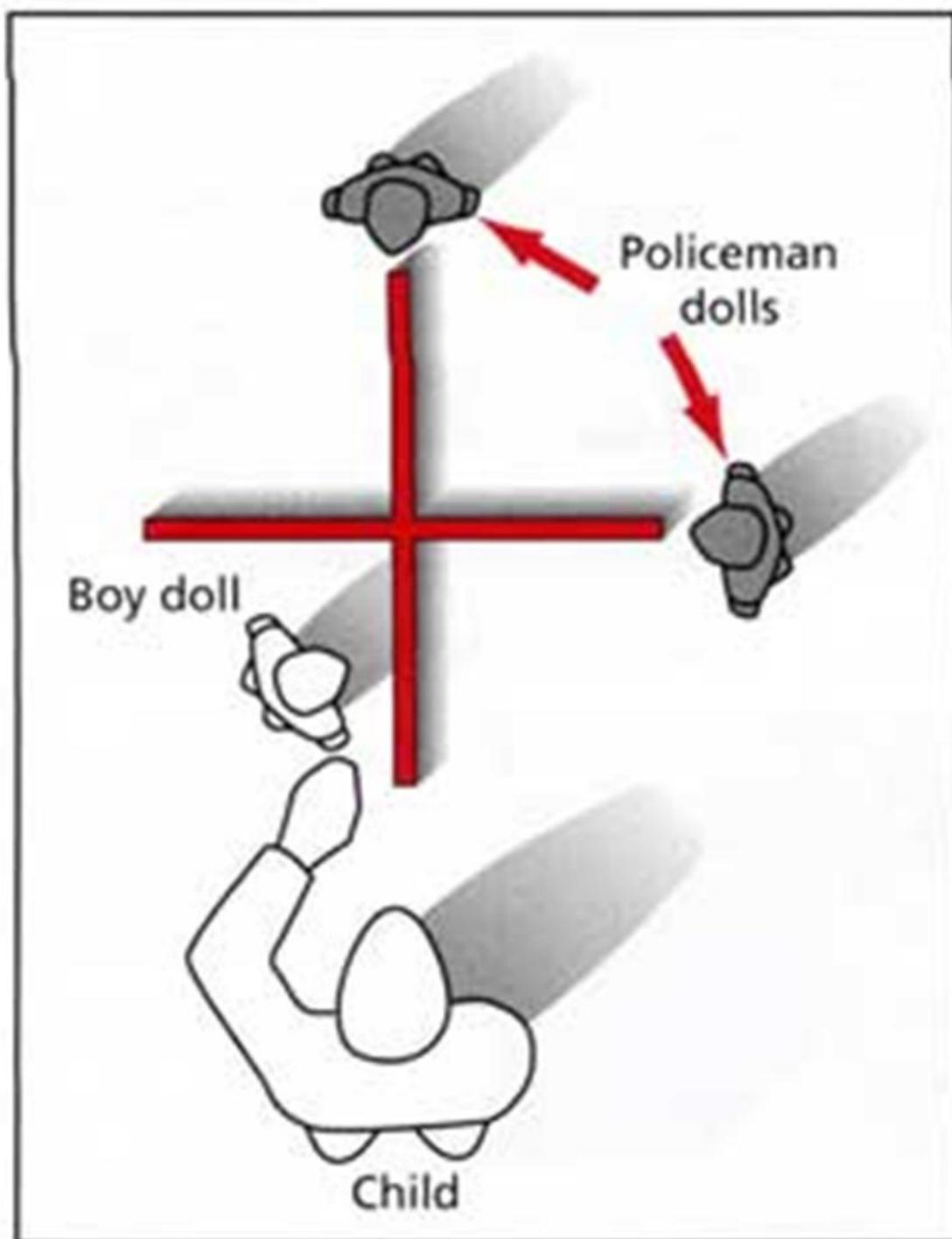


Figura 6 – Policeman Task (Hughes & Donaldson, 1979)

Rochat, successivamente, ha sostenuto che bambini di 3 anni di età sono in grado di discriminare ciò che possono raggiungere direttamente da ciò che, invece, è raggiungibile

da qualcun altro. Rochat (1995) ha dimostrato che bambini di 3 anni di età sono in grado di discriminare ciò che possono raggiungere direttamente da ciò che, invece, è raggiungibile da qualcun altro. La conclusione di Rochat è netta: fin dai tre anni i bambini possono prendere la prospettiva altrui (*perspective-taking*), sono capaci di decentramento spaziale e di flessibilità nell'adottare i sistemi di riferimento spaziale in funzione dell'operazione da compiere (Rochat, 1995).

Il punto che sembra particolarmente interessante ai fini del discorso che qui si sta portando avanti, non è il disaccordo tra Piaget and Rochat circa l'età in cui è possibile assumere la prospettiva altrui. Al di là del parametro dell'età, entrambi condividono la stessa impostazione per la definizione di "allocentrico" ed "egocentrico". Il compito delle tre montagne richiede di assumere la prospettiva visuospatiale di un'altra persona, prospettiva che, pur se di un soggetto differente, *rimane comunque una prospettiva egocentrica*.

Il compito delle tre montagne, in accordo a Frith e de Vignemont, si basa sempre su una rappresentazione egocentrica dell'oggetto e non può informarci sulla capacità di assunzione di una prospettiva allocentrica prospettiva da parte dei bambini piccoli (Frith & De Vignemont, 2005).

Questo sembra in accordo con la tesi di Vogeley e Fink, in base alla quale

"la differenza tra la prospettiva in prima persona e la prospettiva in terza persona è che la terza persona necessita di una traslocazione del punto di vista egocentrico" (Vogeley & Fink, 2003).

L'abilità di assumere una prospettiva allocentrica non è però riducibile all'assunzione meccanica della posizione altrui nello spazio. Il nodo centrale è la possibilità di compiere una

“rotazione mentale su se stessi, in rapporto all’ambiente o a un oggetto dell’ambiente, mantenendo una prospettiva principale dell’ambiente in questione” (Berthoz, 2011c).

## Capitolo 3: Spazio e media: digital umwelten

### 3.1 Storyworld, Worldspace, Gamespace

Lo strumento individuato per la raccolta dati del presente progetto di ricerca è un videogame, il che rende il tema della rappresentazione dello spazio nel videogame aspetto assolutamente rilevante ai fini del progetto.

L'opportunità dell'utilizzo di strumenti digitali in questo particolare campo di indagine è affermata sperimentalmente dallo stesso Berthoz:

“We designed a behavioral study in which participants interacted spontaneously with a life-sized virtual tightrope walker walking forward, backward and leaning to her left or right on a rope. Here, we report results showing that participants automatically embodied the avatar's leaning movements. Moreover, the form of the participants' motor behavior (i.e., automatic leaning movements to their right and left when the tightrope walker was leaning to her own right and left, respectively) revealed that participants, using mental imagery, located spontaneously themselves in the avatar body position, suggesting that they embodied the avatar's visuo-spatial perspective in the avatar's body position to take its visuo-spatial perspective, suggesting that embodiment process is not necessarily exhibited by a physically mirroring body posture. We further propose a model of self-other interaction showing how perspective-taking mechanisms may relate

on mental body transformation and enabling to deepen the description of the different sorts of inter-subjectivity.”(Berthoz & Thirioux, 2010)

Nello specifico dei videogames, occorre porre a premessa della relazione tra spazio, prospettiva e ambiente virtuale la considerazione per cui molti videogiochi assumono la prospettiva in prima persona come prospettiva dominante (FPC – First Person Camera) ma consentono al tempo stesso di cambiare prospettiva all’occorrenza (TPC – Third Person Camera), e l’abitudine di switchare tra le diverse prospettive è consolidata e ritenuta efficace tra i gamers;

Questo porta a considerare immediatamente la peculiarità dell’idea di spazio nei videogame.

“The experience of any space in video games varies depending on the player's presuppositions regarding the forms and limits of game space, the importance and use of a particular space to the game narrative, and the player's vantage point in the space. Once the player learns the conventions of both the geometric and experiential aspects of video game space, the player can then begin to both play and dwell within these spaces” (Taylor, 2002).

Lo spazio dei game come spazio esperienziale è affermata decisamente anche da Jenkins,

“When gamer magazines want to describe the experience of gameplay, they are more likely to reproduce maps of the game world than to recount their narratives. As I have noted elsewhere, these maps take a distinctive form - not objective or abstract top-down views but composites

of screenshots which represent the game world as we will encounter it in our travels through its space. Game space never exists in abstract, but always experientially” (Jenkins, 2007).

Occorre, dunque, distinguere innanzitutto lo spazio esperito dall’utente dalla rappresentazione spaziale dell’ambiente di gioco nella sua totalità. La prospettiva adottata qui è quella suggerita da Jesper Juul (Juul, 2005), di cui Thon offre un resoconto sintetico:

“There is a wide variety of ways in which computer games can construct the space in which they take place, from “all text-based” (Wolf 2001: 53) via various forms of two-dimensional spaces to “interactive three-dimensional environments” . [...] many if not most contemporary computer games present a three -dimensional space on a two-dimensional screen.[...] Before we can examine more closely the various forms of spatial perspective that can be found in such games, it has to be made clear to which parts of these games we refer. Since many computer games are set in complex fictional worlds, one has to distinguish between the space of the fictional world as a whole and the spaces that the player can interact with through the interface. Jesper Juul draws a similar distinction between “world space” and “game space”. Since most of the events in computer games take place in the game space, it seems to be mainly this part of the space of the fictional world that is of interest with regard to the question of spatial perspective in computer games” (Thon, 2009).

Lo spazio esperienziale dei videogame coincide quindi con il gamespace, come affermato da Juul. Convenzionalmente, il punto di riferimento utilizzato dai giocatori per distinguere

le possibili prospettive è la posizione della camera (First Person Camera, Third Person Camera, etc.). Questo non è affatto sorprendente; seguendo Wolf,

“Most games representing their diegetic space as an interactive three-dimensional environment follow, to some degree, the precedent set by the space represented in the classical Hollywood film. Spaces and the objects in them can be viewed from multiple angles and viewpoints which are all linked together in such a way as to make the diegetic world appear to have at least enough spatial consistency so as to be navigable by the player. The extent to which the player is allowed to freely navigate the space varies widely” (Wolf & Baer, 2010).

Banalmente, la differenza fondamentale, rispetto alla prospettiva hollywoodiana individuate da Wolf, è data dall'interazione:

“Unlike the spaces of film, paintings, and photography, videogame spaces are spaces that are both observed and engaged directly; they are thus experiential spaces” (Taylor, 2002).

In effetti, nella generazione attuale di videogiochi, parlare di posizione della camera assume un valore differente rispetto al linguaggio cinematografico o televisivo, assumendo il significato di punto di vista dal quale il gioco è presentato a livello visivo (e uditivo) e che determina la prospettiva spaziale di un computer game.

La distinzione più comune, rispetto alla posizione della camera, è tra First Person Camera, in cui lo spazio viene presentato dalla prospettiva percettiva dell'avatar giocatore e Third Person Camera, in cui la prospettiva non è direttamente quella dell'avatar. Questa

categoria, in realtà, è molto vasta, e si presta male ad una definizione univoca. Sotto l'ombrello di Third Person Camera, infatti, vanno sia le prospettive legate all'avatar, ma che lo inquadrano dall'esterno (una camera segue l'avatar), sia quelle in cui la camera è fissa. Per di più, la posizione della camera rispetto all'avatar (da dietro, a sinistra, a destra, orbit camera, etc.) o rispetto all'ambiente (dall'alto, da un preciso punto di riferimento) non è affatto una scelta neutra. Preferiamo perciò utilizzare la categorizzazione proposta da Britta Neitzel (Neitzel, 2002), che, riprendendo il lavoro di Jean Mitry su *The Aesthetics and Psychology of the Cinema* (Mitry & King, 1997) , distingue tra punti di vista soggettivi, semisoggettivi o obiettivi.

### **3.1.1 Punto di vista soggettivo**

In base a questa categorizzazione, un punto di vista è soggettivo quando la posizione da cui lo spazio di gioco viene presentato coincide con la posizione dell'avatar (FPC – First Person Camera. I giocatori, quindi, non possono vedere il corpo dell'avatar, per quanto siano in grado di vedere le armi o le mani dell'avatar o le mani. Questa prospettiva è anche frequentemente usata per rappresentare il punto di vista di un pilota all'interno di un veicolo. Nei giochi FPC è comune fare uso di audio posizionale, in cui il volume dei suoni ambientali varia a seconda della posizione della fonte sonora rispetto all'avatar (Rollings & Adams, 2006).



Figura 7 - Screenshot from computer game "Stalker: Shadow of Chernobyl".

### **3.1.2 *Punto di vista semisoggettivo***

La prospettiva semisoggettiva si dà quando il punto di vista è connesso ai movimenti dell'avatar. Nelle parole di Neitzel:

“Point of view is connected to the movements of the avatar; it is not a substitute for the viewpoint as in case of the subjective POV, but rather a viewing-with” (Neitzel, 2002).

Thon puntualizza:

“Although the spatial position of the avatar is not the same as that of the camera, the camera's position is always linked to the avatar” (Thon, 2009).

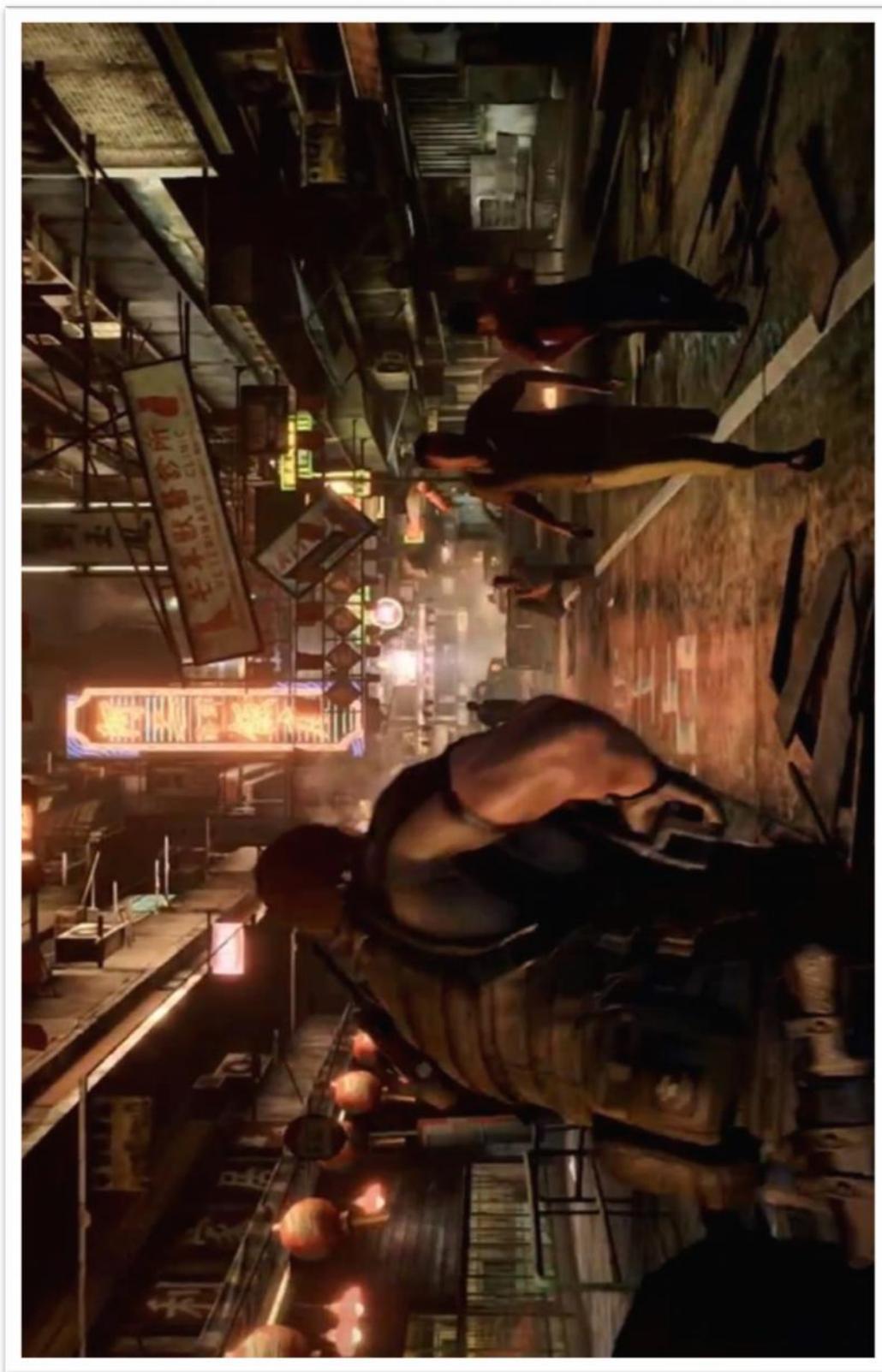


Fig. 3 - Esempio di prospettiva semisoggettiva in Resident Evil 6. La camera segue l'avatar.

### **3.1.3 *Punto di vista oggettivo***

Infine, quando la prospettiva non è connessa alla posizione ed ai movimenti dell'avatar, è possibile parlare di punto di vista oggettivo.

“The objective point of view shows a game space from a position that is not part of this game space (as is the case with a subjective point of view) and is not connected to an entity in the game space (as is the case with a semisubjective point of view)” (Thon, 2009).

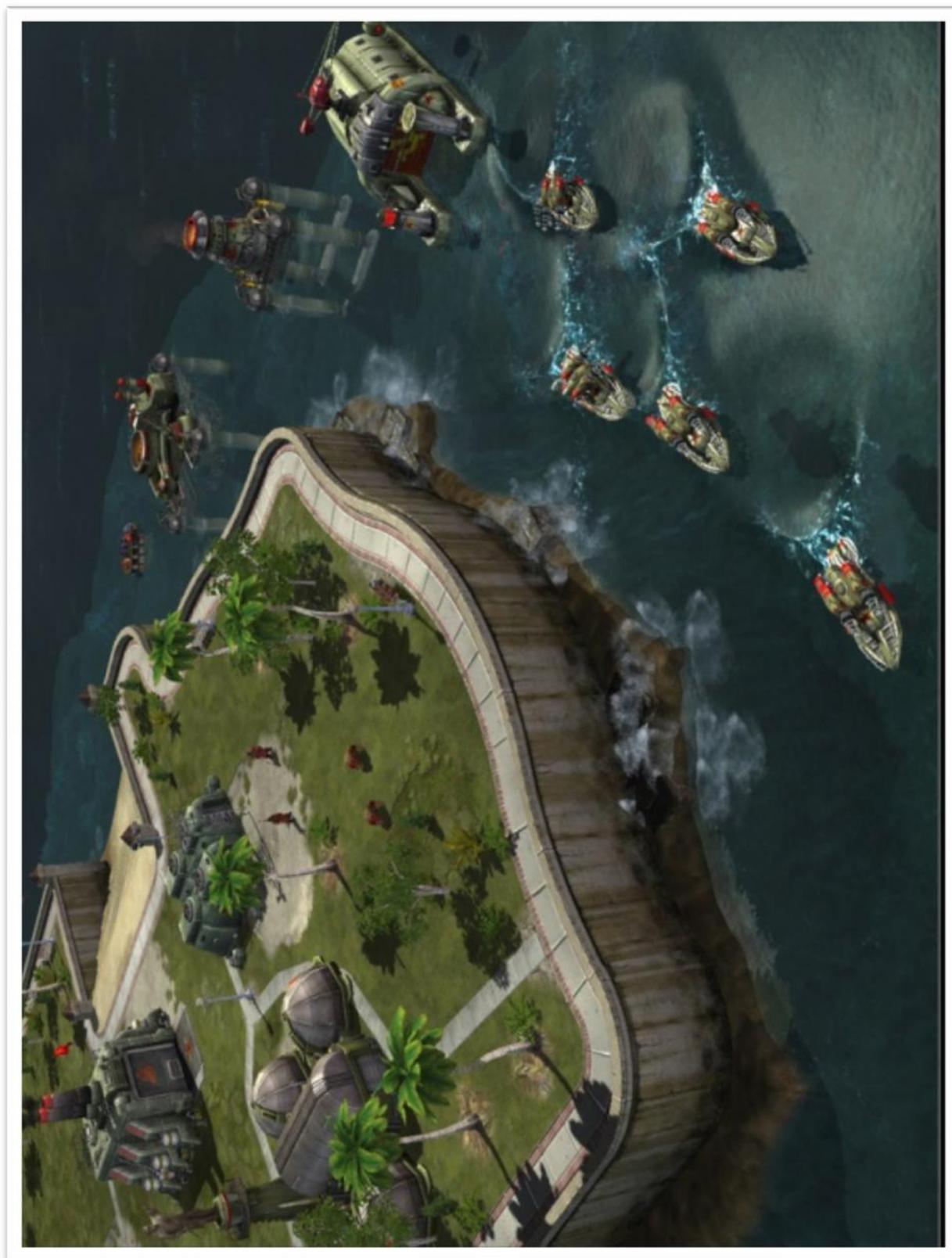


Fig. 4 - Esempio di prospettiva non legata all'avatar: Command&Conquer Red Alert

### **3.1.4 Tracking Camera**

Dopo aver distinto i diversi punti di vista, occorre sottolineare che la gran parte dei giochi attuali non solo combina i diversi tipi di prospettiva, ma fornisce ai giocatori l'opportunità di controllare la camera e di selezionare il punto di vista ritenuto funzionale alla situazione corrente.

“many contemporary games not only combine various forms of spatial perspective but also allow their players to control camera movements (which is an essential part of the gameplay in most strategy games) and switch between different perspectives themselves. [...]

It can be concluded that many contemporary computer games allow their players an ever greater amount of control over the spatial perspective(s) used in the presentation of the game space.

Finally, it may be noted that while players generally like the opportunity to take control of the camera, they rarely use the possibility to change the default point of view. This has to do with the fact that the default point of view is often best suited to the interaction with the game space required by the game” (Thon, 2009).

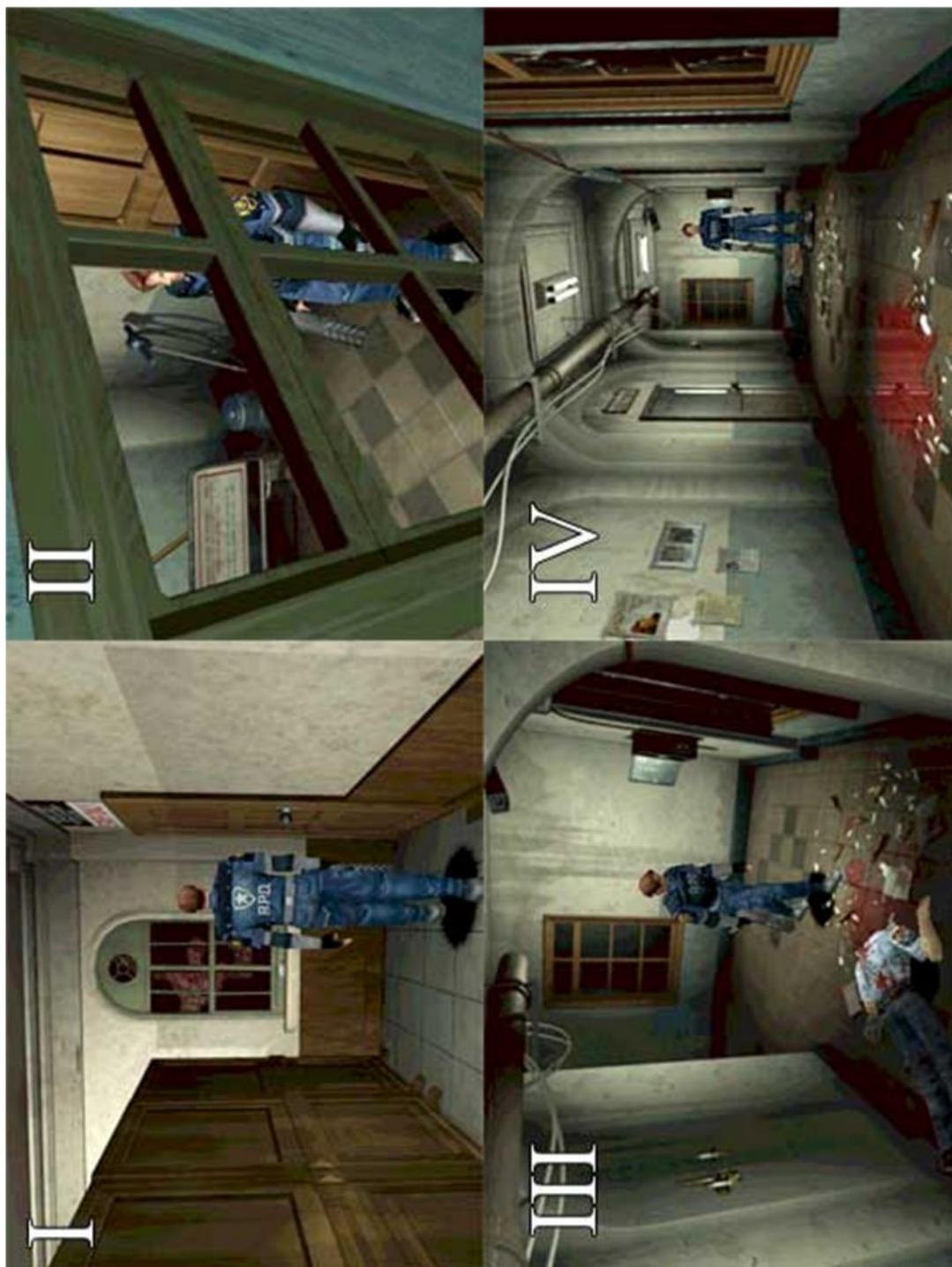


Figura 8 – (Rollings & Adams, 2006) “Resident-evil-2-camerawork” Licensed under Fair use via Wikipedia - <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Resident-evil-2-camerawork.jpg#/media/File:Resident-evil-2-camerawork.jpg>

### 3.2 Interfacce Naturali

La diffusione massiccia di interfacce naturali nei videogames (basata su periferiche come, ad esempio, il wiimote o Kinect) ha contribuito a ridefinire il concetto di spazio, rendendo “sensibile” lo spazio del gamer (Di Tore, Aiello, Di Tore, & Sibilio, 2012).

Le interfacce naturali (NUI – Natural User Interface) e le tecnologie di riconoscimento dei gesti (Gesture Recognition), ripropongono, nel contesto digitale, le questioni fondamentali della fenomenologia, confermando come le azioni incorporate all'interno di una interfaccia digitale siano "passaggi fluidi e funzionali tra ambiti fisici e virtuali" (Hansen, 2006).

La comunità Open Source NuiGroup, attiva dal 2006 nella creazione e condivisione di standard e tecniche per l'innovazione interazione uomo macchina, così definisce le interfacce naturali:

"Le interfacce naturali costituiscono il prossimo cambio di paradigma metafisico nell'interazione uomo macchina. Dopo l'interfaccia a riga di comando (CLI – Command Line Interaction) e dopo le interfacce grafiche utente (GUI), ora siamo nel bel mezzo della scoperta della prossima fase: interfacce organiche, che si basano sui paradigmi tradizionali dell'interazione umana, come il tatto, la vista, la parola e, quel che più conta, la creatività."(NUIGroup, 2009)

Le interfacce naturali comprendono input e output basati sui movimenti, sul tatto, sulla voce, ed evolvono verso un uso efficiente dei sensi nell'interazione con le macchine.

Ad esempio, Microsoft Kinect, un accessorio della Xbox, è in grado di rilevare i segmenti del corpo di un utente posto di fronte alla telecamera e di utilizzare queste informazioni per spostare un avatar in un videogioco.

Di fatto assistiamo, non nei laboratori del MIT, ma nelle camerette degli studenti delle scuole medie, a forme di HCI (Human Computer Interaction) che vanno al di là della appiattimento sul piano cartesiano che ha caratterizzato finora il fenomeno videogame.

L'analisi delle potenzialità delle tecnologie gesture-based si sviluppa a partire dalla consapevolezza che i dispositivi che incoraggiano a toccare, muoversi e ad esplorare sono considerati tendenzialmente interessanti per l'istruzione e la formazione, soprattutto all'interno di una *visione enattiva* che intende la conoscenza come un processo che richiede la partecipazione di cervello, corpo e ambiente. Il gesture-based computing probabilmente consentirà di prendere il controllo dell'esperienza educativa tramite il corpo e la voce, di trasformare l'agire didattico in un'esperienza naturale ed interattiva e di interagire in e con un ambiente virtuale per "manipolarlo", influenzarlo e trasformarlo in maniera intuitiva.

La *conoscenza* diventa "incarnata" nella corporeità e nella "organismicità" dei soggetti che apprendono e degli ambienti che sinergicamente li includono (Damasio, 1996 (Bechara, Damasio, Tranel, & Damasio, 1997) convergendo sempre più verso l'idea che il corpo possa essere considerato come una delle dimensioni strutturanti e fondanti nella formazione delle architetture della conoscenza e del pensiero (Sabatano, 2006).

## Capitolo 4: IkeWYSe: I Know What You See

### 4.1 Obiettivi della ricerca

Come anticipato nel capitolo precedente, il dibattito scientifico sui rapporti tra egocentrismo percettivo e spatial thinking si è concentrato su due fattori principali.

In primis, l'età in cui il bambino, in media, abbandona l'egocentrismo percettivo. Il disaccordo tra le varie posizioni è forte, e si traduce in valutazioni a volte molto distanti. Se Piaget ipotizza una "finestra" temporale tra i 6 e gli 11 anni, altri studiosi, sulla base di differenti prove sperimentali, hanno sostenuto tesi differenti, spostando la soglia a 5, 4 e addirittura tre anni (Rochat).

Inoltre, l'abilità di perspective-taking, presa singolarmente, non sembra sufficiente a dimostrare la capacità, nel bambino, di avere una rappresentazione coerente dello spazio, tale da permettere la manipolazione dei punti di vista (Frith & De Vignemont, 2005). Berthoz, a questo proposito, mette in relazione l'abbandono dell'egocentrismo percettivo con un meccanismo più complesso del perspective-taking, meccanismo che consiste nella possibilità di compiere una rotazione mentale su se stessi mantenendo una prospettiva principale dell'ambiente in questione (Berthoz, 2011c). In altri termini, secondo Berthoz, l'abbandono dell'egocentrismo percettivo risiede nella capacità, fondata sulla abilità di rotazione mentale, di utilizzare simultaneamente le prospettive egocentrica, allocentrica ed eterocentrica.

In secondo luogo, la differenza di genere gioca un ruolo chiave nello spatial thinking. Berthoz riassume:

“numerous data in the literature provide evidence for gender differences in spatial orientation. In particular, it has been suggested that spatial representations of large-scale environments are more accurate in terms of metric information in men than in women but are richer in landmark information in women than in men”(Lambrey & Berthoz, 2007)

Le critiche citate mosse a Piaget da Hughes e Rochat dimostrano la difficoltà nel concepire paradigmi di ricerca sul tema. In tal senso, l'evoluzione dei sistemi digitali per la rappresentazione dello spazio offre strumenti preziosi per la costruzione di strumenti efficaci. Partendo da questo assunto, il presente progetto di ricerca ha inteso indagare le relazioni tra età anagrafica e abilità di perspective taking e mental rotation, e la relazione tra differenza di genere e abilità di perspective taking e mental rotation. L'ipotesi circa la relazione tra età e abilità oggetto di indagine, maturata nello studio della letteratura scientifica citata, è che dette abilità si sviluppino in un periodo molto esteso, che va dai 5 agli 11 anni, e copre, di fatto, buona parte del primo ciclo di istruzione. In particolar modo, se le abilità di perspective taking cominciano a manifestarsi precocemente fin dai tre anni, l'abilità di rotazione mentale che permette di integrare le diverse prospettive in una rappresentazione funzionale coerente dello spazio, si manifesta compiutamente solo a cavallo dei dieci/undici anni, confermando quanto sostenuto da Piaget e Inhelder già nel 1948 (Piaget & Inhelder, 1948). Per quanto riguarda la differenza tra i generi, l'ipotesi è che il genere non costituisca una variabile che interviene esclusivamente sui tempi di acquisizione delle abilità oggetto di indagine, ma che rappresenti un differenza strutturale che permane nell'età adulta.

Il progetto di ricerca ha previsto lo sviluppo ex-novo di uno strumento di indagine che non risultasse invasivo, che fosse significativo per il target individuato - *that could make sense to the children*, nell'espressione di Hughes (Hughes & Donaldson, 1979) – e che sfruttasse al meglio le capacità di rappresentazione dello spazio offerte dai nuovi media e la confidenza che – al netto di qualsiasi considerazione su ipotetici nativi digitali (P. C. Rivoltella, 2012) – l'attuale generazione di studenti della scuola primaria mostra di possedere con tali sistemi.

#### **4.2 Design e sviluppo dello strumento**

Il prototipo di videogame realizzato richiede all'utente di navigare in uno spazio tridimensionale tramite un avatar.

L'utente si trova alle prese con tre task differenti, di cui due pensati per misurare le abilità di perspective taking, mentre il terzo task è calibrato sull'abilità di mental rotation.

Il punto di vista di default è una vista semisoggettiva con la telecamera che segue l'avatar.

Il giocatore ha la possibilità di selezionare altri punti di vista passando, mediante la pressione di un tasto, dalla prospettiva semisoggettiva alla soggettiva e ad una prospettiva oggettiva.

Nel primo task l'avatar del giocatore si trova in un parco ed ha di fronte a sé due individui. Una finestra in overlay mostra il punto di vista di uno dei due individui. Il compito del giocatore consiste nell'indicare a quale dei due individui appartenga il punto di vista mostrato nella finestra in overlay (Figura 9 - Screenshot del primo task e del relativo tutorial.). Perché il compito sia risolto, l'utente deve fornire cinque risposte esatte consecutive.

La posizione dell'avatar è fissa (l'utente può cambiare punto di vista, ma non può spostare l'avatar nello spazio), mentre la posizione degli elementi sulla scena è casuale, in accordo ad uno schema predeterminato. Ad ogni nuovo tentativo, la posizione dei due uomini di fronte all'avatar verrà assegnata casualmente ai due placeholder (person) e la posizione degli oggetti che rappresentano possibili landmark (albero, lampione, panchina) verrà assegnata ai placeholder (object) (Figura 10 - Posizione degli elementi nel game space.).

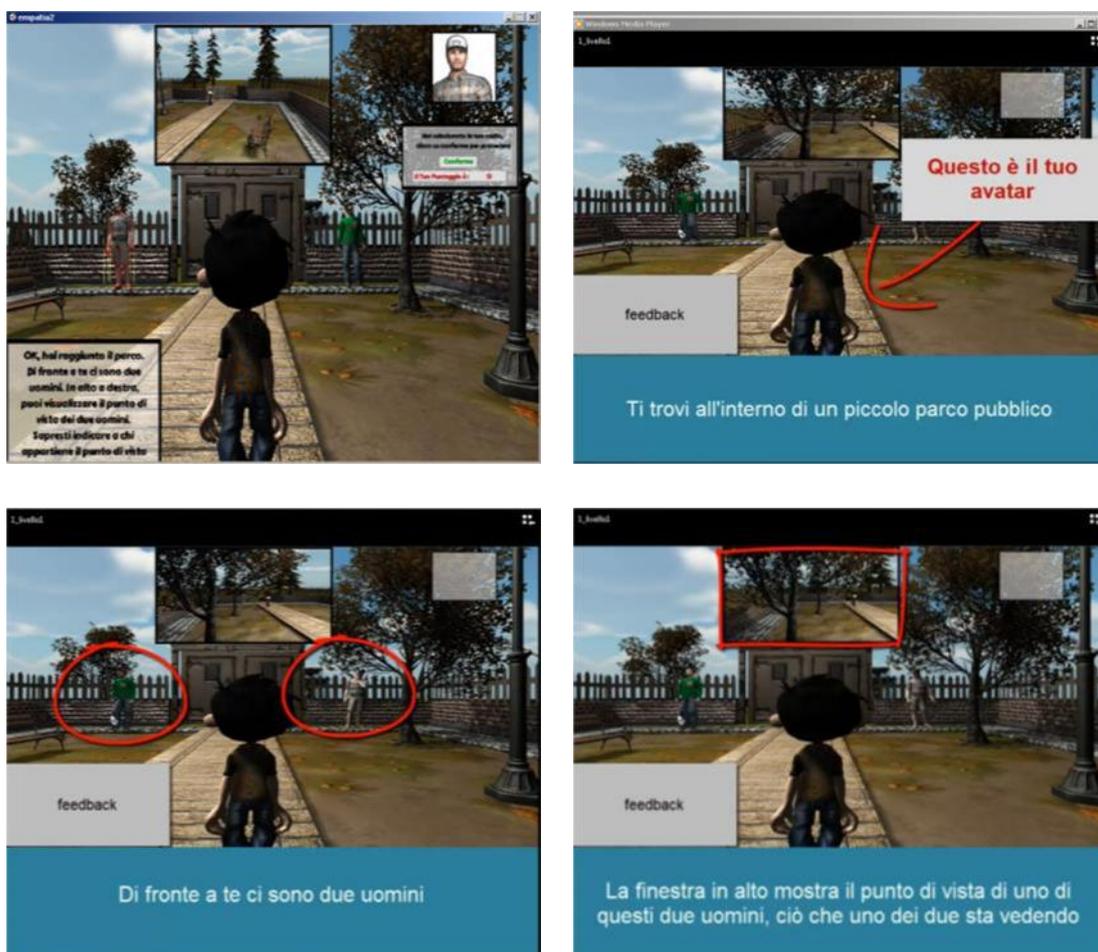


Figura 9 - Screenshot del primo task e del relativo tutorial.

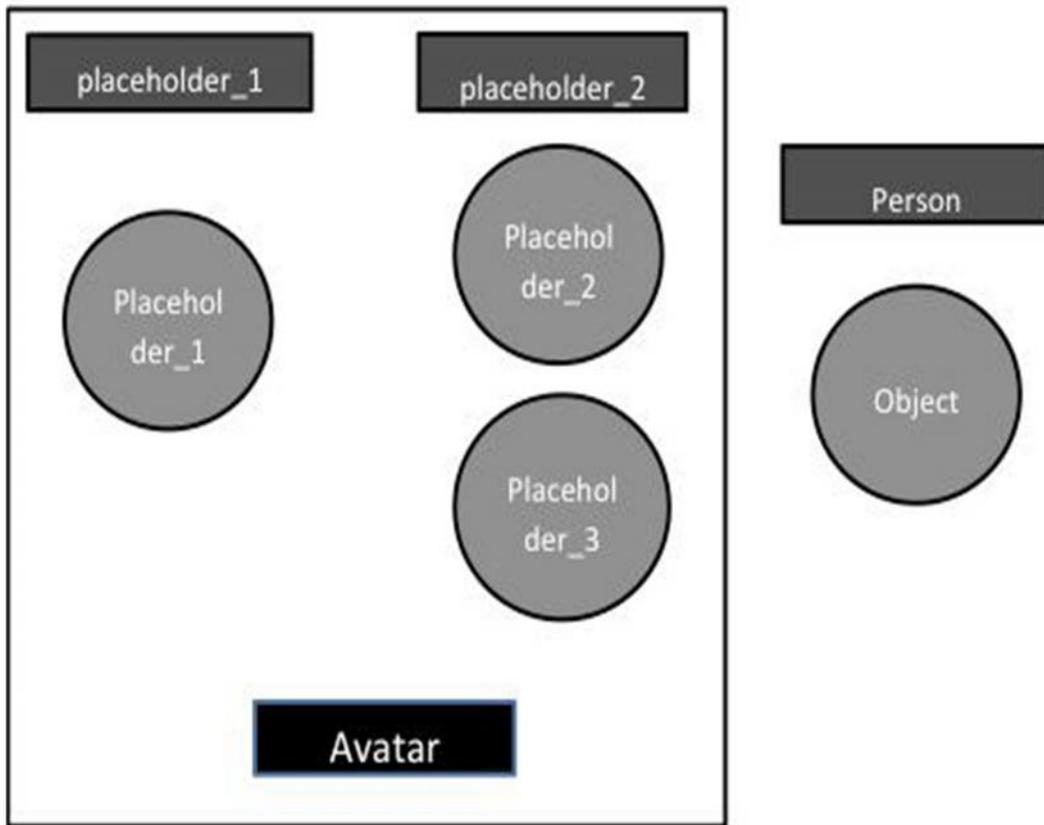


Figura 10 - Posizione degli elementi nel game space.



Figura 11 - Prospettiva semisoggettiva, soggettiva e oggettiva nel gioco.

Nel secondo task l'utente ha di fronte a sé un solo individuo (Figura 12 - Screenshot del secondo task e del relativo tutorial.). Due finestre in overlay nella parte superiore dello schermo mostrano due punti di vista, dei quali uno solo appartiene all'individuo presente nella scena. L'utente, in questo caso, deve selezionare la finestra che mostra il punto di vista dell'individuo presente nel parco.

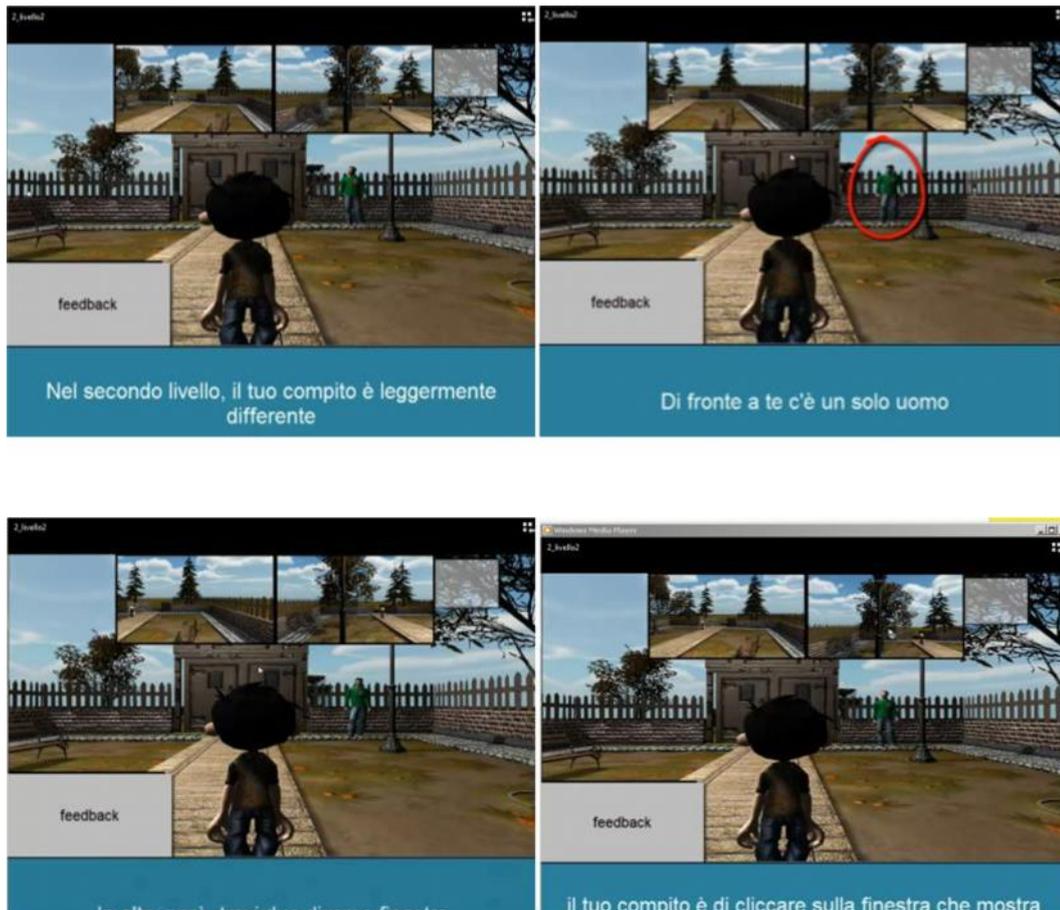


Figura 12 - Screenshot del secondo task e del relativo tutorial.

Nel terzo task (Figura 13 - Screenshot del terzo task e del relativo tutorial.) l'utente è alle prese con "l'uomo invisibile". Il giocatore non può vedere l'uomo nel parco ma può vedere, nella finestra in overlay ciò che l'uomo sta vedendo. L'area del parco è divisa in 6 zone. Muovendo il mouse, il giocatore può selezionare l'area del parco in cui crede, in base a quanto vede nella finestra, si trovi l'uomo invisibile.



Figura 13 - Screenshot del terzo task e del relativo tutorial.

### 4.3 Analisi dei dati

Il gioco è stato testato, tra gennaio e febbraio 2015, con un gruppo di 70 bambini, 35 maschi e 35 femmine, provenienti da classi terza, quarta e quinta della scuola primaria e da una classe prima della scuola secondaria di primo grado dell'Istituto Comprensivo di San Valentino Torio, in provincia di Salerno. Il software registra, all'inizio di ogni partita, i dati dell'utente (età e sesso), e, durante la partita, il tempo per ogni singolo tentativo e il risultato (successo/insuccesso) del tentativo. La Tabella 1 mostra la composizione del gruppo per età e sesso, ed i punteggi complessivi ottenuti ai singoli task.

Età (in mesi)	Età (in anni)	sex	P.Liv. 1	P.Liv. 2	P.Liv 3
80	6,7	f	4	4	2
83	6,9	f	4	4	3
84	7,0	m	5	4	3
86	7,2	m	4	5	3
87	7,3	f	5	4	5
87	7,3	m	5	5	4
88	7,3	f	4	4	5
88	7,3	f	5	4	4
88	7,3	f	5	4	4
88	7,3	m	5	5	4
88	7,3	m	6	6	4
88	7,3	m	6	5	5
89	7,4	f	5	4	4
90	7,5	f	5	5	3
90	7,5	f	5	4	4
90	7,5	f	5	5	3
90	7,5	f	5	4	4
90	7,5	m	6	6	2
90	7,5	m	6	5	3
90	7,5	m	6	6	3
91	7,6	f	6	3	4
91	7,6	m	8	6	4
91	7,6	m	7	8	5
92	7,7	m	7	7	5
99	8,3	f	7	8	4
99	8,3	f	6	5	5
101	8,4	f	9	5	7
101	8,4	f	8	6	5
101	8,4	f	9	8	4
101	8,4	m	8	6	6
101	8,4	m	8	7	7
101	8,4	m	8	9	4

---

102	8,5	f	7	7	5
103	8,6	f	7	5	4
103	8,6	m	7	6	5
103	8,6	m	9	7	4
103	8,6	m	6	8	6
103	8,6	m	8	9	7
105	8,8	m	6	6	5
105	8,8	m	7	8	5
105	8,8	m	6	7	4
106	8,8	f	7	4	5
106	8,8	m	8	7	5
107	8,9	f	9	9	7
107	8,9	f	7	9	4
107	8,9	f	7	5	3
107	8,9	m	8	6	3
108	9,0	f	8	8	7
110	9,2	f	7	8	5
110	9,2	m	8	7	5
112	9,3	m	8	7	6
115	9,6	f	7	8	7
117	9,8	f	8	8	5
120	10,0	m	8	8	6
123	10,3	m	9	7	5
124	10,3	f	8	6	4
126	10,5	f	8	8	5
128	10,7	m	9	7	3
135	11,3	m	9	8	7
137	11,4	f	9	8	5
137	11,4	f	7	8	5
138	11,5	f	7	6	6
138	11,5	f	8	8	6
138	11,5	m	10	9	9
139	11,6	f	7	9	5
140	11,7	f	9	10	7
140	11,7	m	10	10	6
141	11,8	m	10	10	8
142	11,8	m	10	10	7
148	12,3	m	10	9	8

Tabella 1

### 4.3.1 Relazione tra età e performance

#### Analisi della varianza

È stata condotta un'ANOVA sul numero di successi ottenuti al task 1 utilizzando come BETWEEN FACTOR l'età e suddividendo il campione in tre gruppi (6-7 anni, 8-9 anni, 10-11 anni), i risultati indicano una differenza significativa nella prestazione dei soggetti relativa al fattore preso in esame [ $F(2,67)= 60.67, p<0,001$ ] (Tabella 2).

I dati sembrano suggerire una significativa differenza nel numero di successi ottenuto nel primo task in relazione all'età dei soggetti.

È stata condotta un'ANOVA sul numero di successi ottenuti al task 2 utilizzando come BETWEEN FACTOR l'età e suddividendo il campione in tre gruppi (6-7 anni, 8-9 anni, 10-11 anni), i risultati indicano una differenza significativa nella prestazione dei soggetti relativa al fattore preso in esame [ $F(2,67)= 35.84, p<0,001$ ] (Tabella 3).

I dati sembrano suggerire una significativa differenza nel numero di successi ottenuto nel secondo task in relazione all'età dei soggetti.

È stata condotta un'ANOVA sul numero di successi ottenuti al task 3 utilizzando come BETWEEN FACTOR l'età e suddividendo il campione in tre gruppi (6-7 anni, 8-9 anni, 10-11 anni), i risultati indicano una differenza significativa nella prestazione dei soggetti relativa al fattore preso in esame [ $F(2,67)= 18,43, p<0,001$ ] (Tabella 4).

I dati sembrano suggerire una significativa differenza nel numero di successi ottenuto nel terzo task in relazione all'età dei soggetti.

<b>Statistiche task 1</b>			
<b>Gruppo (anni)</b>	<b>6-7</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>
<b>Media</b>	5,38	7,52	8,71
<b>Dev. Std.</b>	1,013	0,911	1,105

Tabella 2

<b>Statistiche task 2</b>			
<b>Gruppo (anni)</b>	<b>6-7</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>
<b>Media</b>	4,88	7,0	8,29
<b>Dev. Std.</b>	1,15	1,39	1,31

Tabella 3

<b>Statistiche task 3</b>			
<b>Gruppo (anni)</b>	<b>6-7</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>
<b>Media</b>	3,75	5,14	6,00
<b>Dev. Std.</b>	0,90	1,22	1,54

Tabella 4

*Correlazione età/punteggi*

Sono state quindi calcolate le percentuali di successi ottenuti nei tre task in relazione alle fasce di età selezionate (Tabella 5).

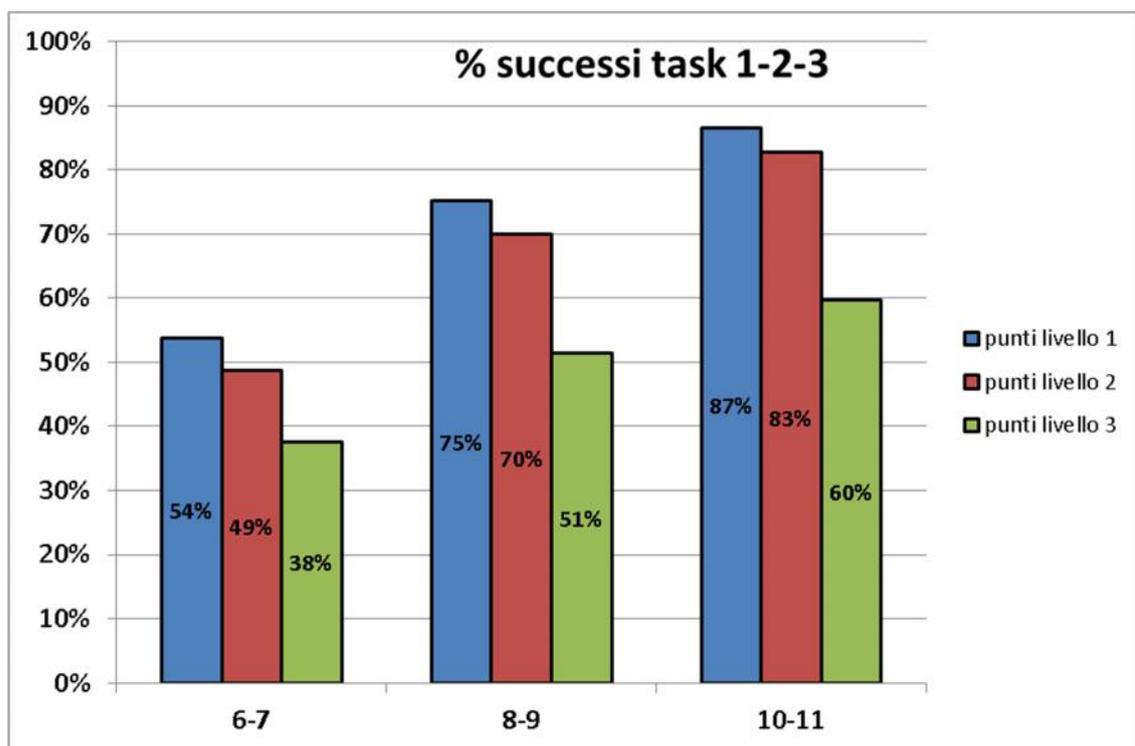


Grafico 1

<b>percentuali accuratezza</b>			
<b>livello</b>	<b>6-7</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>
<b>liv 1</b>	54%	75%	87%
<b>liv 2</b>	49%	70%	83%

<b>liv 3</b>	38%	51%	60%
--------------	-----	-----	-----

Tabella 5

Sono stati calcolati i coefficienti di correlazione di Pearson e i coefficienti di determinazione fra le variabili età (calcolata in termini di mesi) e punteggi ottenuti al task1 ( $R= 0.77$ ,  $R^2=0.58$ ) (Grafico 2), età e punteggi ottenuti al task2 ( $R= 0.73$ ,  $R^2=0.54$ ) (Grafico 3) ed età e punteggi ottenuti al task3( $R= 0.63$ ,  $R^2=0.39$ ) (Grafico 4). I dati sembrano indicare una correlazione forte fra l'età e i punteggi ottenuti ai primi due task e appaiono indicare la presenza di una correlazione moderata in riferimento all'età ed ai punteggi ottenuti al terzo task.

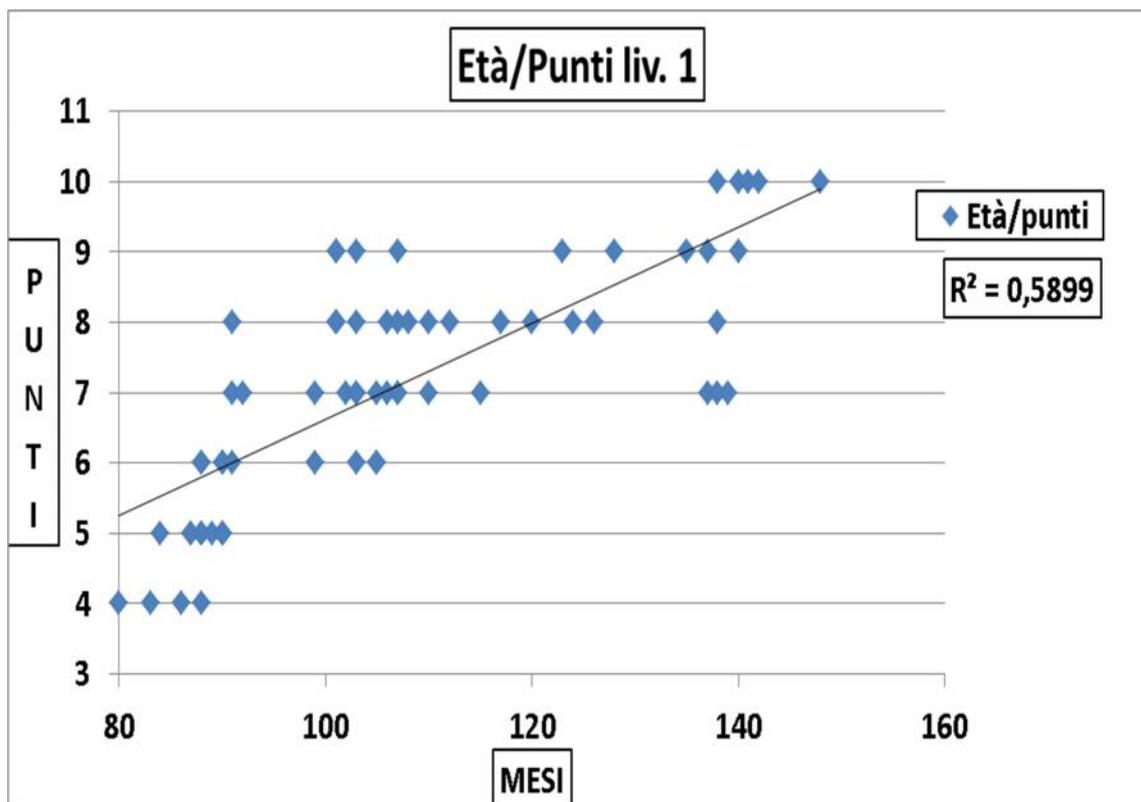


Grafico 2

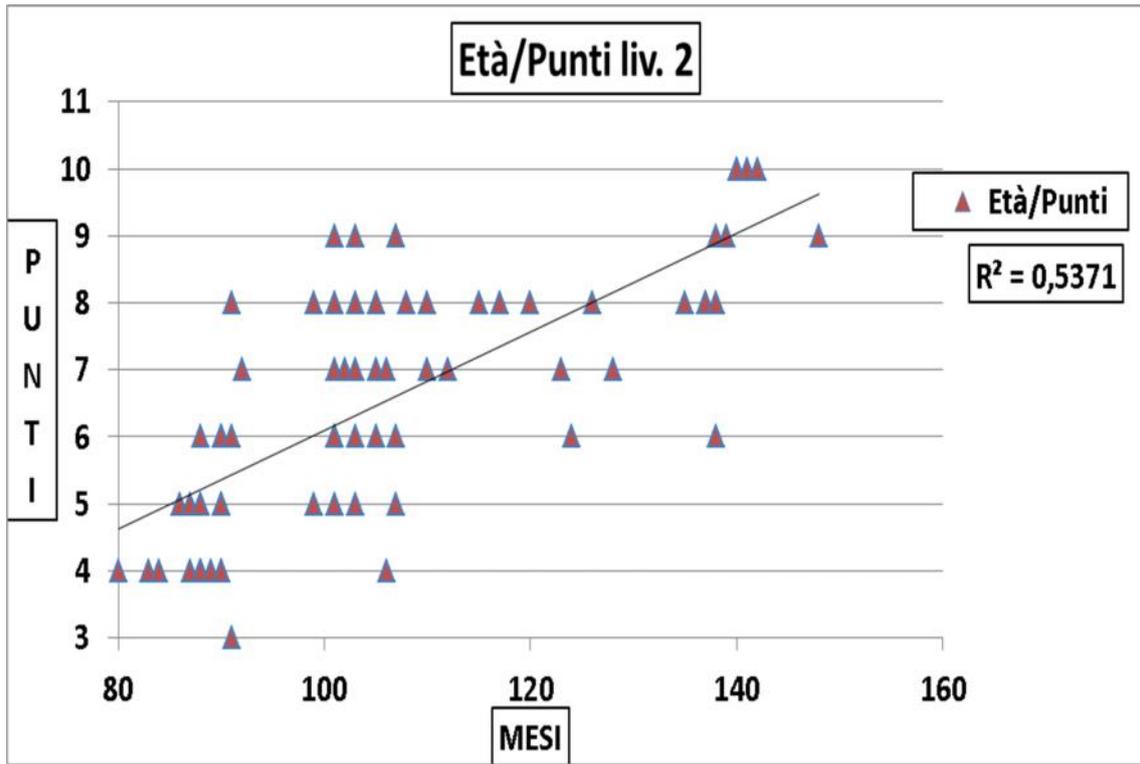


Grafico 3

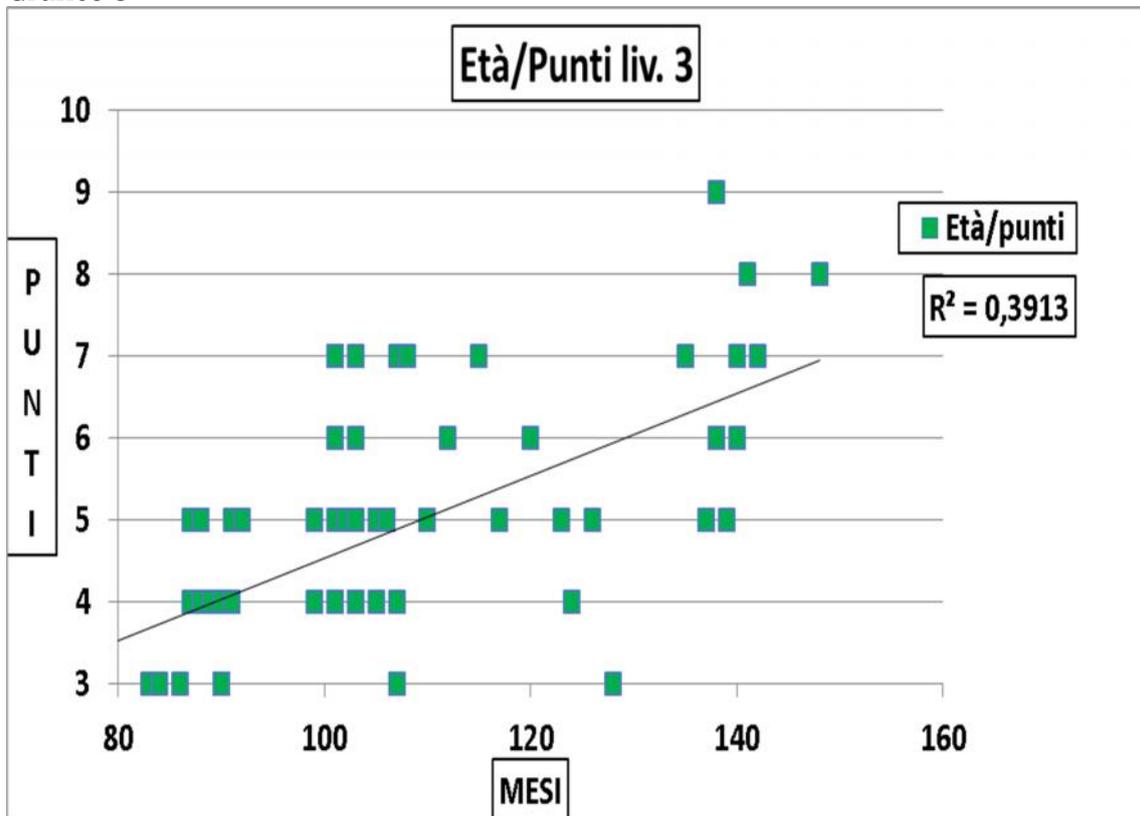


Grafico 4

L'analisi dei dati sembra supportare l'ipotesi che fra i 6 e gli 11 anni i punteggi ottenuti ai tre task aumentino in modo significativo.

#### **4.3.2 Relazione tra differenza di genere e performance**

Al fine di valutare l'incidenza del fattore sesso sui punteggi ottenuti sono stati condotti i seguenti test di ipotesi.

È stato condotto un test T-Student sui punteggi ottenuti al task 1 dalle femmine e dai maschi, i risultati indicano la presenza di una differenza significativa nella prestazione dei soggetti relativa al fattore preso in esame ( $t [68] = 0.961, p = 0.048$ ).

È stato condotto un test T-Student sui punteggi ottenuti al task 2 dalle femmine e dai maschi, i risultati indicano la presenza di una differenza significativa nella prestazione dei soggetti relativa al fattore preso in esame ( $t [68] = 0.964, p = 0.044$ ).

È stato condotto un test T-Student sui punteggi ottenuti al task 3 dalle femmine e dai maschi, non emergono significative differenze nella prestazione dei soggetti relativa al fattore preso in esame ( $t [68] = 0.705, p = 0.379$ ).

I dati sembrano indicare la presenza di una significativa differenza nei punteggi ottenuti ai primi due task ( $p < 0,05$ ) in relazione al sesso, mentre non si evidenziano differenze nei punteggi ottenuti al terzo task ( $p > 0,05$ ) in relazione al sesso.

Sono state quindi calcolate le percentuali di successi ottenuti nei tre task in relazione al sesso ed all'età (Grafico 5 e tabella 5, Grafico 6 e Tabella 6) e le statistiche descrittive per le percentuali di successi ottenuti nei tre task in relazione al sesso ed all'età (Tabella 7, Tabella 8).

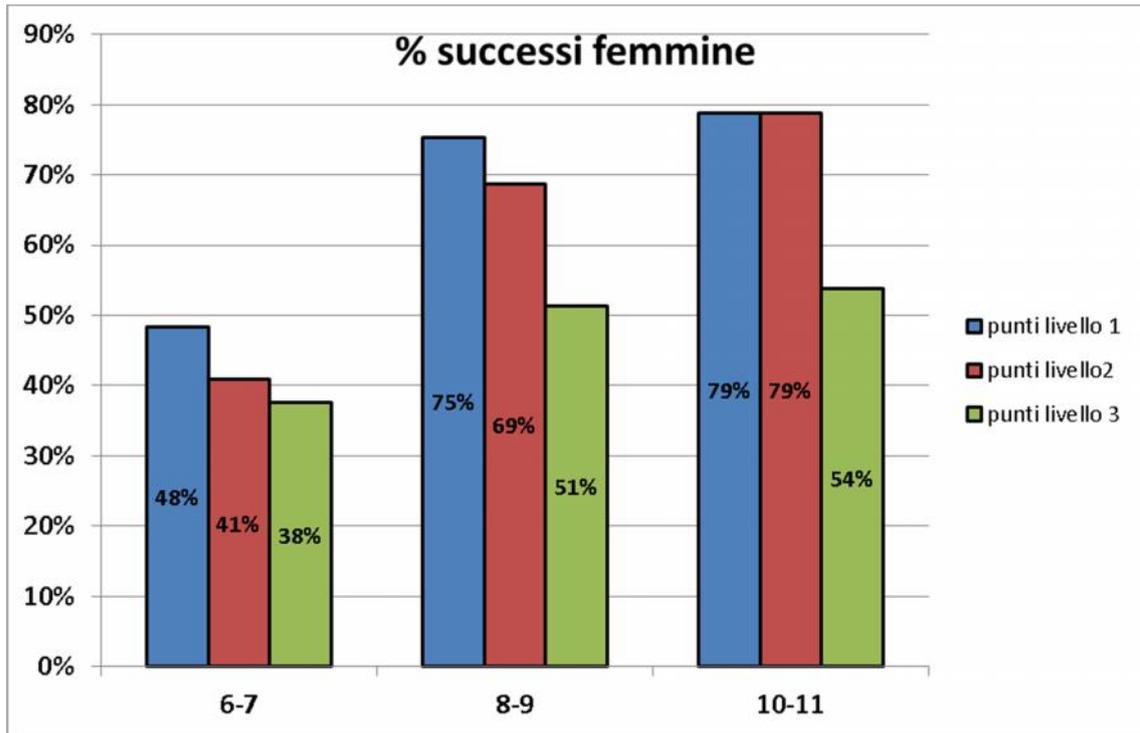


Grafico 5

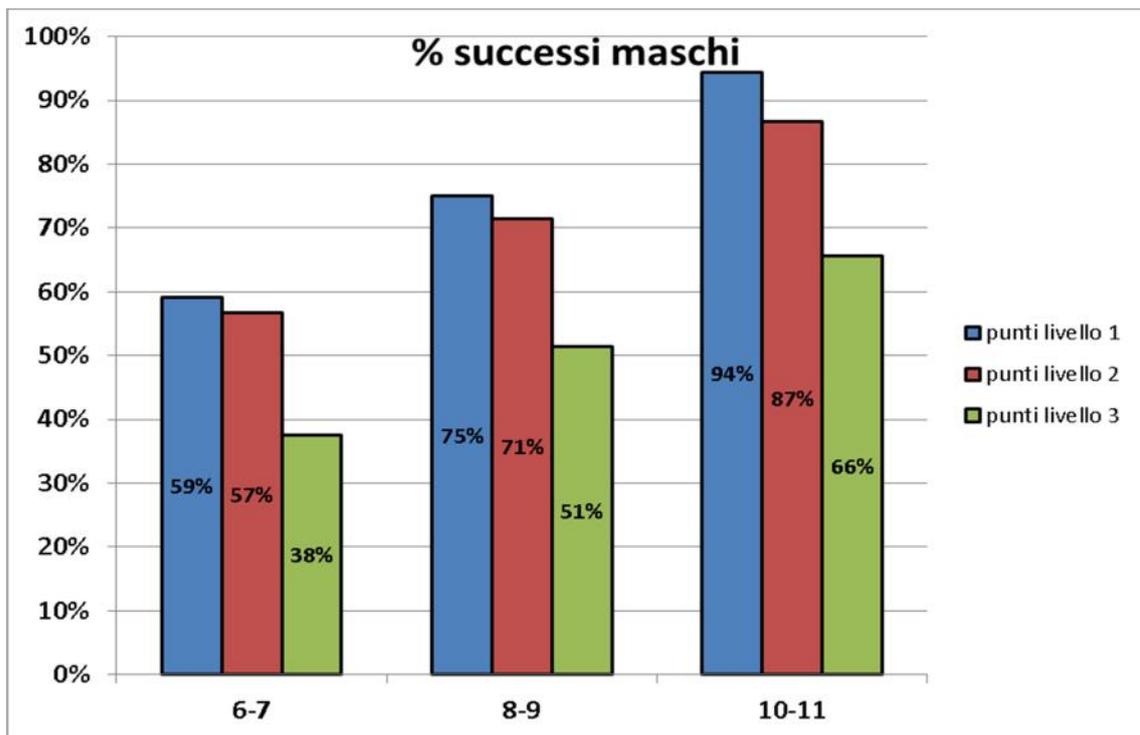


Grafico 6

<b>percentuali accuratezza f</b>			
<b>livello</b>	<b>6-7</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>
<b>liv 1</b>	48%	75%	79%
<b>liv 2</b>	41%	69%	79%
<b>liv 3</b>	38%	51%	54%

Tabella 6

<b>percentuali accuratezza m</b>			
<b>livello</b>	<b>6-7</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>
<b>liv 1</b>	59%	75%	94%
<b>liv 2</b>	57%	71%	87%
<b>liv 3</b>	38%	51%	66%

Tabella 7

<b>STATISTICHE FEMMINE</b>				
<b>ANNI</b>		<b>6-7</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>
<b>PUNTI LIV 1</b>	<b>MEDIA</b>	4,8	7,5	7,9
	<b>DS</b>	0,6	0,9	0,8
<b>PUNTI LIV 2</b>	<b>MEDIA</b>	4,1	6,9	7,9
	<b>DS</b>	0,5	1,7	1,4
<b>PUNTI LIV 3</b>	<b>MEDIA</b>	3,8	5,1	5,4
	<b>DS</b>	0,9	1,3	0,9

Tabella 8

<b>STATISTICHE MASCHI</b>				
<b>ANNI</b>		<b>6-7</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>
<b>PUNTI LIV 1</b>	<b>MEDIA</b>	5,9	7,5	9,4
	<b>DS</b>	1,1	0,9	0,7
<b>PUNTI LIV 2</b>	<b>MEDIA</b>	5,7	7,1	8,7
	<b>DS</b>	1,1	1,0	1,2
<b>PUNTI LIV 3</b>	<b>MEDIA</b>	3,8	5,1	6,6
	<b>DS</b>	1,0	1,0	1,8

Tabella 9

#### 4.4 Discussione

Dai test condotti relativamente alla relazione tra età e performance emerge una significativa differenza ottenuta nei task in rapporto alle fasce di età selezionate; le percentuali di successo relative alle tre fasce di età analizzate appaiono indicare un progressivo miglioramento nelle performances nei tre task in relazione all'incremento di età.

In particolare il task 3 appare essere quello che presenta maggiori difficoltà.

Dai test condotti relativamente alla relazione tra genere ed età emerge una significativa differenza ottenuta nei primi due task in relazione al sesso. Le percentuali di successo relative ai tre task ed al sesso sembrano indicare un progressivo miglioramento nelle performances nei tre task in relazione all'incremento di età per entrambi i sessi.

## Capitolo 5: Vicarianza, complessità e navigazione spaziale: orienteering per l'inclusione

### 5.1 Vicarianza e strategie di navigazione spaziale

L'evitamento che spesso i cosiddetti normali manifestano nei confronti di chi è disabile è espressione del deficit di ampiezza di vedute (Murphy, 2001)

Nel passo citato da *The Body Silent*, Murphy mette in esplicita relazione la disabilità con "l'ampiezza di vedute", con il grado di rigidità della prospettiva degli attori di un contesto sociale. In questo lavoro si sosterrà proprio come lo sport dell'orienteering coinvolga direttamente e principalmente processi cognitivi che sono determinanti nella formazione dell'"ampiezza di vedute", ovvero che sono cardinali nella acquisizione della abilità di prendere la prospettiva altrui.

In pratica, le abilità coinvolte nella elaborazione di strategie cognitive per la navigazione spaziale sono abilità che ci consentono di vedere il mondo da diversi punti di vista, abbandonando la prospettiva egocentrica.

La manipolazione simultanea di più sistemi di riferimento spaziale è una forma essenziale di vicarianza, tramite cui l'organismo risolve la complessità locale, formulata in termini di problemi posti all'essere vivente su ciascun piano di analisi rilevante (fisico-chimico, molecolare, sinaptico, cognitivo, comportamentale), tramite l'introduzione di una complessità accessoria "semplice", ridotta e ricodificata in funzione dell'azione (Petit, 2012; Sibilio, 2013).

Il framework teorico di una siffatta prospettiva è costituito dal "reversal of the classical description of the mechanisms of perception and action [which] places the intentional and goal-oriented subject at the origin of the process. The subject builds his world according to

his basic needs and action tools. This view has also been promoted by Bergson and Husserl” (Berthoz, 2008).

In questo quadro, il capitolo si sviluppa descrivendo rapidamente l’orienteering come attività sportiva, e affrontando una revisione della letteratura scientifica sui processi cognitivi coinvolti nella navigazione spaziale e nella gestione dei sistemi di riferimento spaziali, alla luce del contributo apportato a questo specifico campo di studi dalle neuroscienze. In particolar modo, il lavoro si concentra sulla classificazione delle strategie cognitive di navigazione spaziale, operata da Alain Berthoz ne *La Vicariance* (Berthoz, 2013), in quattro tipologie principali: strategia *egocentrica*, *allocentrica*, *eterocentrica* e la strategia definita *maquette3d*.

Il capitolo quindi si conclude con una proposta per la diffusione dell’orienteering come pratica didattica efficace in un contesto formativo orientato all’inclusione degli alunni che presentino Bisogni Educativi Speciali.

## 5.2 Orienteering

Golden, Levy e Vohra forniscono una definizione dettagliata delle attività procedurali a cui è chiamato l'atleta che prenda parte ad un evento di orienteering:

“Orienteering is an outdoor sport that is usually played in heavily forested areas. Located in the forest are a number of “control points” each with an associated score. Competitors armed with compass and map are required to visit a subset of the control points from the start point (node 1) so as to maximize their total score and return to the end point (node n) within a prescribed amount of time” (Golden, Levy, & Vohra, 1987)

Considerato il tipo di attività, è semplice immaginare come un approccio scientifico all'orienteering coinvolga una ampia varietà di campi del sapere (Cartografia, geografia, medicina, sport sciences, didattica, psicologia, neuroscienze) che talvolta sono considerati distanti tra loro

Dal punto di vista educativo, questo sport ha stabilito sin dagli albori una solida tradizione di scambio e interazione con le attività scolastiche:

“The educational value provided by orienteering’s blend of navigational and physical skills has given it a permanent place in the primary and secondary school curriculum in the United Kingdom” (McNeill, Cory-Wright, & Renfrew, 1998).

In Italia, l'orienteering è riconosciuto ufficialmente dal MIUR con diversi documenti ministeriali, tra cui la circolare datata 12 novembre 1998 (ref. 4015 / A1) che indica i termini della cooperazione tra l'Ispettorato Educazione Fisica e Sport e La Federazione Italiana Sport Orientamento.

Questo rapporto non sorprende, se si considera che le Indicazioni Nazionali per l'Infanzia e il Primo Ciclo di Istruzione, tra gli obiettivi di apprendimento che gli studenti dovrebbero

raggiungere entro il terzo anno della scuola secondaria di primo grado, citano l'abilità di orientarsi nell'ambiente naturale tramite la lettura e la decodifica di mappe.

La selezione del percorso, infatti, è chiaramente uno dei fattori di successo nell'orienteering: "There is no doubt that good route selection and proper execution of the five techniques along your route are keys to success in orienteering" (Ferguson & Turbyfill, 2013).

Ad essere coinvolti negli sport di orientamento sono non soltanto i processi cognitivi legati alla navigazione spaziale, ma anche i "combined task (as well as subtasks) of map reading and navigation" (Lobben, 2004)).

Questi task non costituiscono momenti discreti e separati, ma rappresentano operazioni che vengono gestite simultaneamente dal cervello dell'atleta.

Il contributo delle neuroscienze nell'investigazione di questo specifico campo di studi sta colmando un gap dovuto alla natura ibrida del campo di ricerca, gap che era già stato individuato e segnalato anni orsono.

Ancora pochi anni fa, Amy Lobben sottolineava come "research into cognitive processes in map reading has been conducted primarily in the fields of psychology and cartography. [...] Cognitive studies and spatial ability measures have been conducted for more than 100 years by psychologists and for more than 30 years by cartographers. However, while some studies provide insight into the cognitive processes and strategies associated with specific map-reading tasks, many of these tasks, strategies, and processes have yet to be identified and, possibly more importantly, understood" (Lobben, 2004).

### 5.3 Orienteering, complessità, vicarianza: a brain-centric perspective

Berthoz sottolinea come condizione necessaria per avvalersi della molteplicità dei riferimenti spaziali risulti una percezione coerente del proprio corpo in relazione all'ambiente:

“la condizione necessaria per utilizzare il repertorio dei sistemi di riferimento spaziali dei modi di azioni equivalenti, scegliendone uno, o per affrontare un problema simultaneamente da diversi punti di vista, è avere una percezione coerente, unica, stabile del nostro corpo e della sua relazione con l'ambiente” (Berthoz, 2013).

Il concetto di spazio, in questo contesto, deve essere inteso abbandonando la prospettiva euclidea e adottando l'idea di spazio come potenziale di azione: “lo spazio è scomposto in zone corrispondenti ad azioni che possono essere compiute” (Berthoz, 2013).

La ricerca neuroscientifica ha poi mostrato come, in questo contesto, sia più opportuno parlare di spazi, al plurale, e non di spazio. Infatti, reti neurali differenti sono implicate nella gestione dei diversi spazi: lo spazio del corpo, lo spazio della prensione, lo spazio dell'ambiente circostante, lo spazio dell'ambiente distante.

In altri termini, per prendere la tazzina di caffè sul tavolo utilizziamo geometrie e reti neurali differenti da quelle che utilizziamo per immaginare un percorso da un quartiere all'altro di una città.

“The molecules in the room I'm now sitting in as I write this chapter are maximally chaotic, and to describe them would require the documentation of the position and activity of every one of them. No simpler description is possible. [...] That kind of complexity did not interest me” (Lewin, 1999).

La citazione di Lewin chiarisce come l'approccio alla complessità possa essere legato non solo alla descrizione, all'analisi, ma anche e soprattutto alla decisione e all'azione (CARLOMAGNO, DI TORE, & SIBILIO, 2013).

“La perception d'une forme ou d'un objet n'est jamais passive, elle est toujours décision. Quand je regarde les objets et les formes ici, que ce soit la salle, vos visages, vos corps ou les objets, mon cerveau ne se contente pas de les analyser, il décide, il anticipe” (Berthoz, 2011a).

Se il nostro cervello fosse costretto a processare tutte le informazioni che la percezione del mondo esterno gli fornisce per poter decidere come agire in una certa situazione, il compito sarebbe troppo oneroso e complesso per poter consentire una presa di decisione tempestiva: saremmo costantemente in ritardo e non riusciremmo alla fine a produrre decisioni efficaci (P.C. Rivoltella, 2014).

Di fronte alle difficoltà insormontabili poste da una realtà multidimensionale, l'attività tipica degli esseri viventi procede attraverso la riduzione della dimensionalità dei problemi, una riduzione che affronta la complessità semplicemente giocando d'anticipo.

L'attività dell'organismo è pertanto caratterizzata da una riduzione significativa di qualsiasi complessità precostituita e dall'introduzione di una complessità accessoria “semplice” perché relativa alla situazione locale.

Berthoz definisce questa riduzione di complessità come *semplicità*. Secondo Berthoz, , “il cervello risolve la complessità del mondo esterno producendo percezioni compatibili con le intenzioni riguardo il futuro, la memoria del passato e le leggi del mondo esterno che ha interiorizzato”.

Nel caso dell'orientamento, il cervello può selezionare un sistema di riferimento in base al compito da eseguire, e durante un movimento può cambiare riferimento. La molteplicità dei sistemi di riferimento permette di scegliere il sistema più adatto. Nella retina, ad esempio, lo spazio è codificato da coordinate "retinotopiche", nella corteccia parietale la codifica spaziale è egocentrica: il suo riferimento è il corpo dell'osservatore. Nell'ippocampo la codifica spaziale è allocentrica, come in una carta geografica (Hartley, Lever, Burgess, & O'Keefe, 2014). Ignoriamo, in massima parte, come il cervello coordina tutti questi spazi e se ne serva per cambiare punto di vista.

L'ipotesi di Berthoz è che la manipolazione dei referenti spaziali sia una forma essenziale di vicarianza: a seconda del contesto e del compito, il cervello decide di prendere come riferimento i piedi al suolo, la testa, se il suolo è irregolare, o anche soltanto il semplice appoggio di un dito su un elemento stabile dell'ambiente. In apparenza, la gestione dei diversi referenti è una complessità ulteriore, una deviazione, ma in realtà semplifica l'elaborazione delle interazioni con l'ambiente.

#### **5.4 Strategie cognitive di navigazione**

La capacità vicariante di utilizzare simultaneamente i diversi referenti ci permette di risolvere un problema utilizzando diverse combinazioni dei sistemi di riferimento e delle rispettive reti neuronali, mediante il ricorso a "strategie cognitive".

Berthoz individua quattro differenti strategie cognitive. Adottando la prima strategia, denominata "strategia egocentrica del percorso", il cervello ri-costruisce il mondo circostante su "vedute" successive (incontri, avvenimenti, elementi notati durante il cammino), punti di vista organizzati in sequenza - racconto. Il punto di vista dal quale si

sviluppa l'analisi della realtà circostante è in “prima persona” (in soggettiva, per usare un lessico cinematografico), e pertanto si tratta di un processo fondamentalmente egocentrico.

La seconda strategia è una strategia di visione d'insieme, allocentrica o prospettica, basata su una mappa mentale dell'ambiente, sulla quale possiamo seguire un itinerario come su una vera mappa. Questa strategia è allocentrica, perché non utilizza il corpo dell'osservatore come riferimento, ma collega tra loro i vari elementi dell'ambiente in una rappresentazione coerente. Si tratta di una strategia utile soprattutto su distanze medio-lunghe, o per la selezione di un percorso tra molteplici alternative. Questa strategia è alla base della capacità umana di comprendere (e di sviluppare) la geometria. È opportuno notare, in questa sede, che la comparsa di questa strategia nel bambino è legata alla comparsa di strutture quali l'ippocampo o la corteccia prefrontale.

La terza strategia è detta eterocentrica, e consiste nel descrivere un percorso dal punto di vista di un'altra persona (esempio classico è la richiesta di informazioni stradali). Concettualmente è un processo del tutto analogo a quello che avviene quando, durante un alterco, cerchiamo di comprendere il punto di vista dei litiganti.

L'ultima strategia, utile nella necessità di individuare la posizione di una porzione di spazio all'interno di una struttura articolata (ad esempio un ufficio all'interno di uno stabile o di un complesso di stabili collegati tra loro), comporta la costruzione di un modello mentale di una struttura tridimensionale: il cervello elabora una rappresentazione dell'edificio ricorrendo a un “modello trasparente” di quest'ultimo. Berthoz definisce questa strategia come “Maquette 3D”.

## 5.5 Verso una teoria spaziale dell'empatia

Berthoz ha proposto una teoria spaziale dell'empatia, basata sull'abilità umana di intervenire sulla gestione del punto di vista. Secondo Berthoz, "empathy is essential to rational thinking, because it allows to examine the facts and arguments from different points of view." (Berthoz, 2011c).

L'abilità di assumere una prospettiva allocentrica è subordinata alla possibilità di compiere una "mental rotation on ourselves, in relation to the environment, or an object environment, maintaining a main perspective environment in question" ( Berthoz, 2011).

In pratica, si tratta di essere al contempo se stessi e l'altro. Proprio questa è la caratteristica fondamentale dell'empatia. L'empatia è un processo dinamico, che richiede uno sdoppiamento. Si tratta, in sintesi, di adottare un punto di vista egocentrico, ma dopo aver fatto una manipolazione allocentrica, inibendo al contempo il contagio emozionale (che è invece tipico della simpatia).

I processi empatici richiedono il contributo (sia pure non esclusivo) di diversi meccanismi cerebrali coinvolti nella percezione spaziale, nella manipolazione mentale dei sistemi di riferimento e nel cambio di prospettiva (Berthoz & Thirioux, 2010). Alla base dell'empatia, in questa ipotesi, troviamo la cinestesia, poiché contribuisce all'intersoggettività, in quanto comprensione, per trasferimento analogico nel corpo di un altro agente di una parte delle azioni intenzionali eseguite dal soggetto e delle intenzioni che precedono e accompagnano quelle azioni

In sostanza, come nella navigazione spaziale troviamo utile cambiare referenti spaziali e finanche gli stessi sistemi di riferimento, così nella vita sociale cambiamo spesso referente prendendo gli altri come riferimento.

## 5.6 Orienteering a scuola: Bisogni Educativi Speciali

Secondo Fabio Dovigo, “in Italia, in questi anni, il vocabolo «inclusione» ha cominciato gradualmente a sostituire nei documenti e nei discorsi formali e informali quello tradizionale di «integrazione». [...] Le due espressioni rimandano a due scenari educativi molto diversi” (Dovigo, 2008).

Il paradigma a cui fa implicitamente riferimento l'idea di integrazione è quello «assimilazionista», fondato sull'adattamento dell'alunno disabile a un'organizzazione scolastica che è strutturata fundamentalmente in funzione degli alunni «normali», e in cui la progettazione per gli alunni «speciali» svolge ancora un ruolo marginale o residuale. All'interno di tale paradigma, l'integrazione diviene un processo basato principalmente su strategie per portare l'alunno disabile a essere quanto più possibile simile agli altri. Il successo dell'appartenenza viene misurato a partire dal grado di normalizzazione raggiunto dell'alunno.

Viceversa l'idea di inclusione si basa non sulla misurazione della distanza da un preteso standard di adeguatezza, ma sul riconoscimento della rilevanza della piena partecipazione alla vita scolastica da parte di tutti i soggetti.

R.F. Murphy mette in relazione diretta la disabilità con “l'ampiezza di vedute”, con il grado di rigidità della prospettiva degli attori di un contesto sociale (Murphy, 2001).

Nella letteratura scientifica, più volte l'orienteering è stato indicato come una risorsa didattica con un indiscusso potenziale per l'integrazione e per l'inclusione.

Le ragioni di questo “potenziale inclusivo” sono state via via individuate in caratteristiche non peculiari dell'orienteering (attività all'aria aperta, competizione) in generale o in

relazione a particolari tipologie di disabilità (su tutte, si veda l'orienteering come strumento per l'inclusione del bambino non vedente).

La pratica sportiva dell'orienteering, però, va ben oltre queste caratteristiche. L'orienteering coinvolge direttamente e principalmente processi cognitivi che sono determinanti nella acquisizione della abilità di prendere la prospettiva altrui.

I processi cognitivi coinvolti nelle attività peculiari dell'orienteering (lettura di mappe, individuazione di percorsi, *spatial thinking*) siano processi coinvolti nella gestione delle modalità di relazione intersoggettiva. In sostanza, le abilità coinvolte nella lettura delle mappe e nella elaborazione di strategie di navigazione spaziale sono abilità che ci consentono di vedere il mondo da diversi punti di vista, abbandonando la prospettiva egocentrica, e sono pertanto coinvolte in tutti i percorsi orientati all'inclusione. “Uscire dall'egocentrismo vuol dire essere capaci di vedere la realtà (non solo quella spaziale, ma anche una realtà mentale, linguistica o di altro tipo) da più punti di vista, comunque diversi dal proprio” (Trisciuzzi & Zappaterra, 2011b).

L'orienteering, pertanto, si configura come pratica didattica efficace in un contesto formativo orientato all'inclusione degli alunni che presentino Bisogni Educativi Speciali.

## Indice delle figure

Figura 1 - The room in terms of functional tones connected with its object by a dog .....	23
Figura 2 - The room in terms of functional tones connected with its object by man .....	24
Figura 3 Umwelt del paramecio .....	25
Figura 4 - Piaget e le tre montagne.....	35
Figura 5- Le tre montagne (Trisciuzzi & Zappaterra, 2011) .....	36
Figura 6 – Policeman Task (Hughes & Donaldson, 1979).....	39
Figura 7 - Screenshot from computer game "Stalker: Shadow of Chernobyl". .....	47
Figura 8 – (Rollings & Adams, 2006) “Resident-evil-2-camerawork" Licensed under Fair use via Wikipedia - <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/File:Resident-evil-2-camerawork.jpg#/media/File:Resident-evil-2-camerawork.jpg">http://en.wikipedia.org/wiki/File:Resident-evil-2-camerawork.jpg#/media/File:Resident-evil-2-camerawork.jpg</a> .....	53
Figura 9 - Screenshot del primo task e del relativo tutorial.....	59
Figura 10 - Posizione degli elementi nel game space.....	60
Figura 11 - Prospettiva semisoggettiva, soggettiva e oggettiva nel gioco.....	60
Figura 12 - Screenshot del secondo task e del relativo tutorial.....	61
Figura 13 - Screenshot del terzo task e del relativo tutorial.....	62

## Indice dei nomi

Baron-Cohen, Simon .....	5	Llinás, Rodolfo .....	8; 19; 20
Berkeley, George .....	18	Locke, John .....	18
Berthoz, Alain 5; 6; 8; 9; 10; 11; 19; 20; 21; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 32; 38; 41; 42; 43; 81; 85		Merleau-Ponty, Maurice .....	8; 24; 26
Cartesio .....	7; 18	Mitry, Jean .....	46
Damasio, Antonio .....	7; 58	Newton, Isaac .....	15; 16; 17
Decety, Jean .....	5; 20	O'Keefe, Jhon .....	4; 5
DeVignemont, Frédérique .....	5	Ossola, Carlo .....	4
DiSalle, Robert .....	15; 16	Piaget, Jean 5; 10; 11; 12; 16; 28; 34; 35; 37; 38; 40	
Einstein, Albert .....	15; 16; 33	Poincaré, Henri .....	16; 32; 33
Euclide .....	17	Rivoltella, Piercesare .....	27
Frith, Uta .....	5; 40	Rochat, Philippe .....	5; 39; 40
Heidegger, Martin .....	18	Sibilio, Maurizio .....	1; 6; 27; 57
Hughes, Martin .....	5; 38; 39	Trisciuzzi, Leonardo .....	88
Jenkins, Henry .....	43; 44	Turing, Alan .....	20
Jorland, Gerard .....	38	Uexküll, Jacob von .....	22; 23
Juul, Jesper .....	44	Vygotskij, Lev .....	38
Kant, Immanuel .....	16; 17	Zenone .....	15
Leibnitz, Gottfried Wilhelm von .....	18		

## Riferimenti bibliografici

- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 275(5304), 1293-1295.
- Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement* (Vol. 223): Odile Jacob Paris.
- Berthoz, A. (2008). *Neurobiology of "Umwelt": How Living Beings Perceive the World*: Springer.
- Berthoz, A. (2009). The human brain "projects" upon the world, simplifying principles and rules for perception. *Neurobiology of "Umwelt"*, 17-27.
- Berthoz, A. (2011a). Fondements cognitifs de la perception de l'espace. In J.-F. Augoyard (Ed.), *Faire une ambiance = creating an atmosphere : actes du colloque international Grenoble 10-12 septembre 2008* (pp. 121-132). Grenoble: A la croisée.
- Berthoz, A. (2011b). Fondements cognitifs de la perception de l'espace. *Creating an atmosphere/ Faire une ambiance*, 121-132.
- Berthoz, A. (2011c). *La semplicità*: Codice.
- Berthoz, A. (2013). *Vicariance (La): Le cerveau créateur de mondes*: Odile Jacob.
- Berthoz, A. (2014). *La vicarianza. Il nostro cervello creatore di mondi*. Torino: Codice.
- Berthoz, A., & Jorland, G. (2004). *Empathie (L')*: Editions Odile Jacob.
- Berthoz, A., & Petit, J.-L. (2006). *Phénoménologie et physiologie de l'action*: Odile Jacob.
- Berthoz, A., & Petit, J. L. (2006). *Physiologie de l'action et Phénoménologie*: Odile Jacob.
- Berthoz, A., & Thirioux, B. (2010). A Spatial and Perspective Change Theory of the Difference Between Sympathy and Empathy. *Paragrana*, 19(1), 32-61.
- Brugger, P. (2002). Reflective mirrors: perspective-taking in autoscopic phenomena. *Cognitive Neuropsychiatry*, 7(3), 179-194.
- CARLOMAGNO, N., DI TORE, P. A., & SIBILIO, M. (2013). Motor activities teaching and complexity: a reversal of the classical description of the mechanisms of perception and action. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 9(3).
- Corona, F. (2014). *Special Educational Needs*. Roma: Aracne Editrice.
- Damasio, A. R. (2000). *L'errore di Cartesio*: Editmabi. com.
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, 3(2), 71-100.
- Di Tore, S., Aiello, P., Di Tore, P. A., & Sibilio, M. (2012). New Forms of Human Machine Interaction. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 165.
- DiSalle, R. (2006). *Understanding Space-Time: The Philosophical Development of Physics from Newton to Einstein*: Cambridge University Press.
- Dovigo, F. (2008). L'Index per l'inclusione: una proposta per lo sviluppo inclusivo della scuola. In B. T & A. M (Eds.), *L'Index per l'inclusione*. Trento: Edizioni Erickson.
- Einstein, A. (1990). *Conceptions scientifiques*. Paris: Flammarion.
- Ferguson, C., & Turbyfill, R. (2013). *Discovering Orienteering: Skills, Techniques, and Activities*: Human Kinetics.
- Frith, U., & De Vignemont, F. (2005). Egocentrism, allocentrism, and Asperger syndrome. *Consciousness and cognition*, 14(4), 719-738.
- Gaunet, F., & Berthoz, A. (2000). Mental rotation for spatial environment recognition. *Cognitive brain research*, 9(1), 91-102.

- Golden, B. L., Levy, L., & Vohra, R. (1987). The orienteering problem. *Naval research logistics*, 34(3), 307-318.
- Hansen, M. B. N. (2006). *Bodies in Code: Interfaces with Digital Media*: Routledge.
- Hartley, T., Lever, C., Burgess, N., & O'Keefe, J. (2014). Space in the brain: how the hippocampal formation supports spatial cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1635), 20120510.
- Hughes, M., & Donaldson, M. (1979). The use of hiding games for studying the coordination of viewpoints. *Educational Review*, 31(2), 133-140.
- Jeannerod, M. (1994). The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain sciences*, 17(02), 187-202.
- Jenkins, H. (2007). Transmedia storytelling 101. *Confessions of an Aca/Fan: The Official Weblog of Henry Jenkins*.
- Juul, J. (2005). Half-real: Video games between real rules and fictional worlds.
- Kant, I. (1855). *Critique of Pure Reason*: Henry G. Bohn.
- Lambrey, S., & Berthoz, A. (2007). Gender differences in the use of external landmarks versus spatial representations updated by self-motion. *Journal of integrative neuroscience*, 6(03), 379-401.
- Leman, M. (2008). *Embodied Music: Cognition and Mediation Technology*: Mit Press.
- Llinás, R. R. (2009). Umwelt: A Psychomotor Functional Event. In A. Berthoz (Ed.), *Neurobiology of "Umwelt"* (pp. 29-37). Berlin: Springer.
- Lobben, A. K. (2004). Tasks, Strategies, and Cognitive Processes Associated With Navigational Map Reading: A Review Perspective\*. *The Professional Geographer*, 56(2), 270-281.
- McNeill, C., Cory-Wright, J., & Renfrew, T. (1998). *Teaching orienteering*: ERIC.
- Merleau-Ponty, M. (1962). *Phenomenology of Perception: An Introduction*: Routledge & Kegan Paul.
- Merleau-Ponty, M. (2003). *Nature: Course notes from the Collège de France*: Northwestern University Press.
- Mitry, J., & King, C. (1997). *The Aesthetics and Psychology of the Cinema*: Indiana University Press.
- Murphy, R. F. (2001). *The Body Silent*: Norton.
- Neitzel, B. (2002). *Point of View and Point of Action. A Perspective on Perspective in Computer Games*. Paper presented at the The Challenge of Computer Games Conference, Lodz.
- Norton, J. (2004). The hole argument. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2011 Edition ed.): Stanford University.
- NUIGroup. (2009). Multi-Touch Technologies. *Community Release*]: May.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*: The MIT Press.
- Petit, J. (2012). Complexité-Simplexité - De la simplicité au champ phénoménal : La réponse du vivant à la complexité. Retrieved 30/05/2013, from [http://www.jeanluc-petit.com/sites/default/files/seminaire\\_complexite-simplexite\\_23-24.05.12.pdf](http://www.jeanluc-petit.com/sites/default/files/seminaire_complexite-simplexite_23-24.05.12.pdf)
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1948). La représentation de l'espace chez l'enfant.
- Poincaré, H. (1895). L'espace et la géométrie. *Revue de Métaphysique et de Morale*, 3(6), 631-646.
- Prinz, W., & Hommel, B. (2002). *Common mechanisms in perception and action: Attention and performance XIX*: Oxford University Press Oxford:.

- Rivoltella, P. C. (2012). *Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende*: Cortina Raffaello.
- Rivoltella, P. C. (2014). *La previsione. Neuroscienze, apprendimento, didattica*: La Scuola.
- Rochat, P. (1995). Perceived reachability for self and for others by 3-to 5-year-old children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59(2), 317-333.
- Rollings, A., & Adams, E. (2006). Fundamentals of game design. *New Challenges for Character-Based AI for Games. Chapter 20: Artificial Life and Puzzle Games. Prentice Hall*, 573-590.
- Roth, W. M., & Lawless, D. (2002). Scientific investigations, metaphorical gestures, and the emergence of abstract scientific concepts. *Learning and Instruction*, 12(3), 285-304.
- Sibilio, M. (2002). *Il corpo intelligente* (Vol. 1): Simone SpA.
- Sibilio, M. (2011). *Ricerca corporeamente in ambiente educativo*: Pensa Editore.
- Sibilio, M. (2012). Corpo e cognizione nella didattica. In P. C. Rivoltella & P. G. Rossi (Eds.), *L'agire didattico. Manuale per l'insegnante*. Brescia: La Scuola.
- Sibilio, M. (2013). *La didattica semplice*. Napoli: Liguori.
- Singer, W. (2009). The Brain's View of the World Depends on What it has to Know. *Neurobiology of "Umwelt"*, 39-52.
- Taylor, L. N. (2002). *Video games: Perspective, point-of-view, and immersion*. University of Florida.
- Thon, J.-N. (2009). Perspective in Contemporary Computer Games. *Point of view, Perspective, and Focalization: Modeling Mediation in Narrative*, 279-300.
- Trisciuzzi, L., & Zappaterra, T. (2011a). Dislessia, disgrafia e didattica inclusiva. *ANNALI DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE*, 2, 51-76.
- Trisciuzzi, L., & Zappaterra, T. (2011b). Dislessia, disgrafia e didattica inclusiva. *ANNALI DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE*, 2, 25.
- Tryphon, A., & Vonèche, J. J. (1996). *Piaget-Vygotsky: The Social Genesis of Thought*: Psychology Press.
- Vogeley, K., & Fink, G. R. (2003). Neural correlates of the first-person-perspective. *Trends in cognitive sciences*, 7(1), 38-42.
- von Uexküll, J., & Kriszat, G. (1934). *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen: Ein Bilderbuch unsichtbarer Welten*: J. Springer.
- Vygotskij, L. (2007). *Pensiero e linguaggio*: Giunti Editore.
- Wolf, M. J. P., & Baer, R. H. (2010). *The Medium of the Video Game*: University of Texas Press.